
QSO
NÚMERO 16 - JAN/2021
SDR
PARDINHO

Revista **QSO**

# MÍDIA KIT 2021

f/RevistaQSO revistaqso.com.br

## EXPEDIENTE


**Diretor/Editor**
Leandro Loyola
www.leandroloyola.com.br

**Diagramação e Design**
Lelure's Design

**Fomento**
Hamedia Network

**Distribuição**
Gratuita

**Colaboradores**
Crezivando Júnior
Julhiano Spall
Pedro Augusto
De Lima
Leandro Loyola

**Capa**
Estação SDR Pardinho

**Publicidade/Anúncios**
meuqso@gmail.com

**Telefone**
(22) 9.8808.3033

**Site**
www.revistaqso.com.br

Lelure's design
HAMEDIA







## ÍNDICE



# AS MUDANÇAS COMEÇARAM

Estamos trabalhando intensamente para melhorar a nossa revista. Em dezembro de 2020, tivemos que fazer uma mudança em relação ao procedimento de divulgação das atualizações da revista QSO. Há um ano estávamos divulgando as atualizações através do aplicativo Whatsapp e nos grupos do Facebook ligados ao radioamadorismo. Esse processo foi descontinuado no mês de fevereiro conforme informado neste editorial na edição anterior. E com esta mudança, passamos a fazer as atualizações através de uma lista de e-mail. Porém, ainda estamos com dificuldades de acertar o sistema para disparo das mensagens. Este é o motivo do atraso desta edição. Esperamos resolver esse problema o mais breve possível para que a revista não sofra mais com este tipo de atraso.

Com essa mudança, evitamos alguns problemas que notamos ao longo do tempo em que as edições foram divulgadas no Whatsapp e no Facebook. Se por um lado, para a revista, reduziremos o número de pessoas que serão informadas das novas publicações, por outro lado, ganhamos em qualidade de leitores. Afinal de contas, os leitores que de fato seguem a revista, são pessoas que buscam por conhecimento e entretenimento em nossas páginas. Assim, não canalizamos energia e esforço em ações que não trazem o retorno que precisamos para evoluir a revista.

Nosso propósito é conseguir o mais breve possível ampliar a revista de maneira séria e comprometida com a informação. Levando a você, o melhor do radioamadorismo, da eletrônica, da robótica, entre outros. Por esse motivo, este passo que a revista tomou de não mais depender de terceiros para divulgar suas publicações, leva a revista a um caminho mais profissional. Fazendo o contato direto com o leitor. Publicações em redes sociais somente através dos canais oficiais da revista. Salvo quando houver uma ação de divulgação específica que necessite fazer uso de redes sociais que a revista lançará mão desta ação.

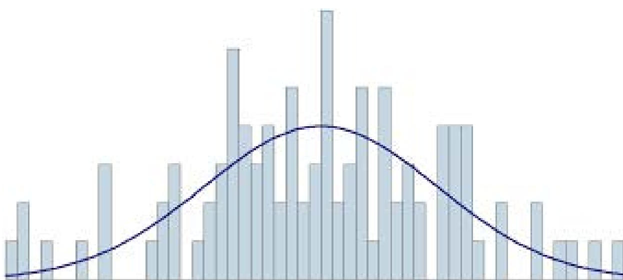
Do mais, espero que a revista, ganhe mais espaço e continue seu caminho de crescimento. Contamos com seu apoio para que o projeto não acabe. E pedimos que ajude a revista com qualquer valor. Temos uma meta mensal que servirá para que possamos ampliar o projeto. Sua ajuda é fundamental para que a revista QSO sobreviva e cresça para que se torne uma referência no radioamadorismo brasileiro. O projeto não se resume apenas a produção da revista em formato pdf. Para não criarmos expectativas e por questão estratégica, os projetos que visam o crescimento da revista não podem ser divulgados nesse momento. Acreditamos que assim que conseguirmos bater a meta mensal no Catarse, iniciaremos o primeiro passo do projeto. Que tem por finalidade, fazer uma revolução na revista QSO. Nos ajude a transformar esse projeto! Venha fazer parte da família QSO sendo apoiador.
Um forte abraço

Leandro Loyola - PY1DB
Editor

# Sobre *seletividade versus sensibilidade*

Muitos Radioamadores descuram da diferença conceitual que separa a *seletividade* da *sensibilidade* de um equipamento - ninguém nasce sabendo, e dado o sufixo, tais expressões podem ser imperceptivelmente confundidas. Já ouvi colegas reclamando que sua "transmissão estava com muita sensibilidade" e "alta seletividade no TX" - de plano, ambas características aplicam-se exclusivamente aos circuitos *receptores* - inexistindo o que se falar, por exemplo, em seletividade ou sensibilidade "de *transmissão*".

***Seletividade***, de acordo com o Glossário de Termos da Anatel (glossário Anatel, acessado em 14/12/2020) é a "*capacidade de **rejeição** do receptor a sinais com frequências fora de sua faixa de operação*". A seletividade em RX é a característica de *eliminação da captação de frequências compreendidas fora do intervalo* coerente para a inteligibilidade da mensagem recebida. Por assim dizer, o circuito receptor será *tanto mais seletivo* quanto maior for sua capacidade de rejeitar níveis de sinais nas frequências adjacentes. Se a *Seletividade* variar ao longo da faixa, os problemas serão de toda ordem - independente do aumento da largura de banda, sinais modulados em frequências próximas tenderão a acompanhar o sinal principal, implicando em ressonância ou oscilação por batimento.

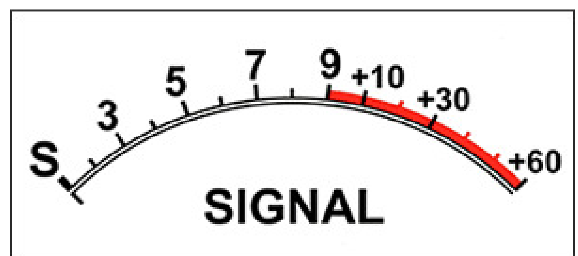


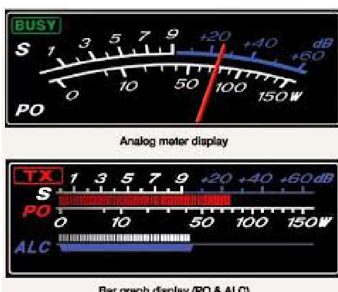
A *Seletividade* pode ser numericamente quantificada, normalmente através de larguras de banda espaçadas de 6dB, com atenuação de 60dB. A relação entre tais larguras de banda é conhecida como ***Shape Factor*** ("Fator de Forma"), cuja característica é a inclinação dos flancos adjacentes.

Nos filtros de faixa que equipam os transceptores mais modernos há inclusive a opção de seleção de largura de faixa por filtro individual, sendo uma correspondente a cada tipo de emissão (AM; FM; CW; SSB; FSK, etc).

Dada sua atuação proporcional na faixa mais favorável dentre a correlação entre a faixa efetivamente filtrada e a faixa necessária para a inteligibilidade do sinal, um dos efeitos práticos da *Seletividade do Receptor* é o incremento/melhoria na relação sinal-ruído, por meio da eliminação de interferências oriundas de estações adjacentes, independente das condições de recepção.

De sua parte, a ***Sensibilidade*** indica, nos receptores, um sinal de entrada necessário para obter uma determinada relação sinal-ruído, normalmente estabelecidos entre 10 e 12dB. Não há um padrão fixo estabelecido ou normatizado - daí, os fabricantes utilizarem-se de escalas diferentes. Em termos de equipamentos, a sensibilidade do receptor pode impactar em mais resultados positivos do que a potência irradiada (transmitida).




Nos atuais transceptores, independente de possuírem (ou não) um estágio amplificador de RF na etapa de recepção ou de estarem conectados a antenas de alto ganho, ou ainda circuitos tipo ***Noise Blanker*** (supressores de ruído que atuam no corte do sinal), seu indicador de sensibilidade normalmente consistirá num ***bargraph*** ou medidor da relação sinal/ruído, com valores expressos em dB, dBm ou também na escala de milivolts (mV).

Fazendo-se variar a sensibilidade do receptor, o ganho de escala traduz-se em **nitidez na recepção**, cuja demodulação, a depender do fabricante, variará entre -100 e -30dBm (por exemplo) - ou, em Volts, entre 0.10 e 7.000mV (7V).




Na prática, a reportagem do sinal em dB é incomparavelmente mais simpática que em mV e, apenas como referência, o nosso popular e ansiado "S9+" equivale a aproximadamente 50mV (cerca de -70dBm). Vale lembrar que dB é uma unidade logarítmica, portanto, reportagens de "S9+10" corresponde a um sinal 10x mais forte que S9; um sinal S9+20 será 100x mais forte que S9, e assim sucessivamente.

"Nos circuitos receptores dos atuais transceptores não falta sensibilidade… mas sim, seletividade!"

Nosso tradicional Radioabraço, diretamente do Radiofarol para a Revista QSO! 73 de sempre!

Espero que esta dica seja útil na sua estação!
Compartilhe – socialize – divulgue

Forte 73 de Crezivando Junior (PP7CJ)
crezivando@gmail.com

# TELECOMUNICANDO

AS NOTÍCIAS DO MUNDO DAS TELECOMUNICAÇÕES






LABRE-SC
Liga de Amadores Brasileiros
de Rádio Emissão - Santa Catarina

No dia 18 de dezembro de 2020, ocorreu a assembleia ordinária, com a presença de 43 associados de todas as regiões do estado, onde as contas da LABRE-SC, gestão 2019/2020, foram aprovadas por unanimidade, após a devida explanação, ato presidido pelo Conselheiro José Carlos Olívo-PP5ZP e secretariado pelo também Conselheiro Julibio David Ardigo-PP5JA, seguiu-se com a aclamação para nova Diretoria e eleição para o Concelho, biênio 2021/2022.

**Diretoria Executiva 2021-2022:**
Diretor Executivo: Daniel Fernandes PP5DZ
Vice Diretor Executivo: Rodrigo Gonçalves PP5BT
Diretora Financeira: Gissele Alano Torres PU5GAT
Diretor de Comunicação: Daniell Tavares PP5DAN
Diretor de Radioescotismo: Fabio Luis Guedes PP5FZ
Diretor de Acessibilidade: Daniel Picoloto Bernardini PP5FT

**Conselho Deliberativo 2021-2022:**
Presidente: Julibio David Ardigo PP5JA
Vice-presidente: Marcos Antônio Pacheco PP5AMP
Secretário: Douglas Alan Silva PP5FB

**Conselheiros:**
Anderson Xavier PP5XA
José Carlos Olivo PP5ZP
Guilherme Diegoli Junior PP5DIG
José Orlando Regis Junior PP5TP
Paulo Cesar Frare PU5ABB
José Alcir Kubiack PP5KC
Ailton Renato Knopf PP5FJ
Suplentes:
Mauro Cerqueira Leite PP5BSD
Fabio Lessa PP5IP

A sua LABRE de Santa Catarina agradece a confiança depositada, desejando o melhor dos acontecimentos à nova gestão que se inicia. Nossos parabéns !

Leandro Loyola

# O RADIOAMADORISMO QUE QUEREMOS

Aos 12 anos de idade tive meu primeiro contato com o radioamadorismo através de uma cópia de um artigo da saudosa revista Antenna Eletrônica Popular que falava sobre as gírias e os códigos “Q” mais utilizados. Eu carregava a cópia daquele artigo, que me veio às mãos por estar no escotismo. Minha entrada no mundo das telecomunicações se deu através de um amigo que tinha uma estação da Faixa do Cidadão. Eu o olhava transmitindo vislumbrado com aquele pequeno radinho, um GE de 40 canais com display verde. Não me esqueço das horas que passava observando esse amigo anotando as conversas e falando com diversas pessoas. Para mim era algo maravilhoso; único.

Incentivado por este amigo, acabei adquirindo meu primeiro rádio PX. Era um Cobra 148 GTL, novinho em folha. Minha estação consistia de um rádio, bateria de carro e uma antena tipo “L”. Fiz inúmeros QSOs com esta configuração, inclusive vários contatos no Brasil e alguns contatos internacionais. Na minha estação havia um pequeno aquário onde alguns peixes faziam companhia nos meus solitários momentos de escuta. Passado algum tempo, tive contato com o radioamadorismo e logo fiquei maravilhado com as possibilidades que tinha com o radioamadorismo. Mas isso é outra históra!

Na Faixa do Cidadão, aprendi boa parte dos conhecimentos básicos de radiocomunicação. Inclusive a fazer cálculos de linhas de transmissão, cálculos de antenas simples como a antena “L”, a “bigode de gato” e a antena “quadra cúbica”. Além do conhecimento técnico, me vi inserido num mundo que precisa de uma certa organização para que todos possam ter condições operacionais. Trata-se da Ética Operacional.

Não pretendo esgotar o assunto aqui. Mas falar de Ética Operacional é imperativo nos dias atuais. Não que no passado a ética não fosse importante, mas que na atualidade ela se torna uma necessidade ainda maior. As pessoas atualmente estão se tolerando muito menos. Qualquer palavra mal colocada, proferida de forma ríspida ou mesmo jocosa, pode levar o interlocutor ou grupo de pessoas que escutam nas frequências uma interpretação diferente daquela que o emissor quis dizer. E com isso gerar conflitos. Aliás, conflitos é o que não são raros no radioamadorismo.

Portanto, não venho aqui apresentar uma série de regras que acabaram se tornando Leis que devem ser seguidas, mas sim, apelar para uma coisa que é intrínseca no ser humano; o bom senso. A Ética pode ser aprendida, mas o principal elemento para se tornar uma pessoa melhor é o bom senso. Caminhando com a Ética, de mãos dadas, está o Respeito. Respeito e Ética, sempre estarão unidos. E o radioamador que desenvolver essa habilidade, será sempre bem visto e querido de todos.

A coluna Sintonia Atual estaria com um outro artigo previsto para esta edição, porém, vi a necessidade de se colocar este tema em pauta. Na edição anterior, a revista QSO tornou pública no seu editorial que não mais iria informar aos seus usuários, as atualizações da revista através do WhatsApp. São mais de 250 grupos de WhatsApp; o que torna a ação de informar sobre as atualizações praticamente uma tarefa hercúlea. Além dos mais de 100 grupos no Facebook. A decisão tomada de informar através de e-mail foi a solução encontrada. Assim, quem realmente deseja acompanhar a revista receberá um e-mail mensalmente sendo informado de que há uma nova edição para download. Outro motivo que levou a revista a não atualizar pelo aplicativo WhatsApp, além do tempo gasto é o quão isso se torna chato para os usuários do WhatsApp que participam em mais de um grupo em que a revista também esteja. Com isso, estávamos poluindo a time line dos grupos fazendo o que chamamos de flood. Para evitar todos esses transtornos, fizemos uma mensagem e disparamos aos grupos do WhatsApp. E as reações foram as mais diversas possíveis. E foi exatamente as reações negativas que me levaram a mudar o assunto do artigo dessa edição que falaria sobre o rádio Cobre 29 LX Max.

Fizemos a ação nos grupos, solicitando os contatos para nossa mailing list e informando que a revista não mais seria atualizada naquela plataforma. Recebemos centenas de contatos interessados em receber as atualizações da revista. Porém, algumas pessoas, que não temos como precisar se são radioamadores ou não, tiveram das mais variadas reações. O que não dá para entender é como a Ética, o Respeito e principalmente o Bom Senso passou longe nos comentários recebidos.

Acredito que a questão seja mais de nível educacional, quando os pais não fazem os ajustes e os acertos necessários em seus filhos, permitindo que cresçam de forma a se tornarem, no futuro, pessoas inconvenientes, mal educadas e consequentemente, pessoas que serão excluídas do convívio daqueles que se tratam com educação e respeito. Vivemos um momento em que nosso idioma está se internacionalizando. Por exemplo: mentira é fake news e brincadeiras de mal gosto é bulling.



# SDR PARDINHO

## COM WILLIAM PY2GN

Tivemos a grata satisfação de conseguir uma entrevista com nosso amigo William PY2GN, onde nos atendeu com muita atenção e carinho. Abaixo você pode acompanhar a entrevista e conhecer um pouco mais da estação SDR de Pardinho.

**QSO**: Como começou a sua história no radioamadorismo?

**William**: Aos 12 anos de idade, em 1965 meu pai Christoph Schauff, usava um transceptor de AM da empresa Control na faixa de 39metros para se comunicar com o administrador da fazenda em Nova Esperança, no Paraná. Achava fantástico!

Aos 15 anos, recebi de presente de aniversário um curso de Rádio e Televisão, da empresa MONITOR, e construí meu primeiro transmissor de AM, com 15W e com duas válvulas 6L6 (Amélias). Construí uma antena Sayago (G5RV) para 80/40/20m e comecei a falar na faixa alta dos 40m. Isso em 1968 ... Foi uma festa!!! Em 1970 aos 17anos, me tornei radioamador recebendo o prefixo PY2FFE. Nunca mais parei.

**QSO**: O que despertou em você o interesse pelo SDR?

**William**: O meu interesse no Radio Definido por Software, devo integralmente ao PY2SDR (Edson Wander Pereira) que na época (2004/2005) residia em Tóquio, que me colocou a par desta tecnologia que vinha para ficar. Juntos montamos em Pardinho, a primeira estação de recepção SDR publica no mundo! O Edson me enviou do Japão, uma interface SDR, configurou um servidor Linux remotamente, e aqui mesmo, os radioamadores já podiam acessar e receber de volta, seus sinais amostrados por um poderoso receptor, que permitia o ajuste de seus equipamentos.

Devemos lembrar que o PY2SDR, é um desenvolvedor, cientista e precursor desta tecnologia no mundo para radioamadores, e ainda desenvolve muitos outros projetos coligados, inclusive protocolos para comunicação digital de baixa potência e longo alcance.

**QSO**: Quais foram as maiores dificuldades que você enfrentou na montagem de sua estação SDR?

**William**: No início (2008/2009 montei um kit transceptor SOFTROCK v6.2, abnegado grupo dedicado ao SDR, (http://fivedash.com). A interface possuía 1W de potência de TX, e eu amplificava até os 100W. Fiz milhares de QSO´s com este kit de US30,00 até enjoar!! Achava fantástico ter uma recepção muito melhor que os equipamentos de ponta, das três grandes..., principalmente com um equipamento tão barato. Hoje meu equipamento principal do Schack é um Flex-Radio modelo 6500, (um servidor de comunicações) que substitui 4 rádios simultaneamente, e abarca dezenas de possibilidades novas. Cada nova versão de Software/firmware traz um novo rádio mais atual. Lembrando que estes equipamentos descritos, nada tem a ver com sistema de WEBSDR público de Pardinho.

**QSO**: Qual a configuração do servidor WEBSDR de Pardinho?

**William**: Agora vamos falar das estações WEBSDR de acesso público, que estão instaladas em GG56TV (Pardinho-SP), no mesmo sítio onde eu moro, e exerço atividade rural de produção de Atemoias.

1) O WEBSDR (http://appr.org.br:8901) em VLF,HF, e VHF e funciona em sistema operacional Linux Ubuntu, e possui 8 interfaces receptoras para SDR, com as seguintes antena:

| Equipamento | Faixa | Frequência de opedação | Antena |
|---|---|---|---|
| RTL-SDR | OM | 0 a 2,048Mhz | G5RV Dupla |
| FCD PRO+ | 160m | 1,804 a 1,996Mhz | G5RV Dupla |
| SDRPLAY | 80m | 3,494 a 4,006Mhz | Antena G5RV Dupla |
| SDRPLAY | 40m | 6,894 a 7,406Mhz | G5RV Dupla |
| FCD PRO+ | 20m | 14.0 a 14.192Mhz | Dipolo NVIS |
| RTL-SDR | 10/11m | 26,996 a 29,014Mhz | Vertical 5/8 Ringo |
| RTL-SDR | VHF | 143,963 a 146,011Mhz | Colinear de 4 dipolos (ARS) |
| RTL-SDR | VHF | 145,976 a 148,024Mhz | Colinear de 4 dipolos(ARS) |

2) O WEBSDR (http://appr.org.br:8902) para receber o transponder do novo satélite geoestacionários ESHailSat 2 em 10Ghz funciona em sistema operacional Linux Ubuntu, e possui 1 interfaces receptoras para SDR, com as seguintes antena:

| Equipamento | Faixa | Antena |
|---|---|---|
| RTL-SDR + LNB | 10Ghz | Antena Parabólica Offset de 1,2m marca Zirok, com azimute de 84° e Elev 6° |

3) O rastreador de sondas RADIOSONDE - SDR (http://appr.org.br:5000) para receber a telemetria em 402Mhz dos balões (sondas), lançadas todos os dias das 8:30 as 11hs e 20:30 as 23hsHailSat 2 em 10Ghz funciona em sistema operacional Linux em Hardware Raspberry PI, com as seguintes antena: 2X RTL-SDR (402-406Mhz).

**QSO**: Quantos equipamentos estão em operação, quais são e onde estão operando?

**William**: São dezenas de equipamentos e acessórios para o funcionamento correto dos diversos servidores, desde pré-amplificadores especiais, filtros, divisores, centelhadores, fontes diversas, etc.

**QSO**: Por se tratar de Rádio Definido por Software, quantos computadores são usados e qual sua configuração atualmente?

**William**: Conforme descrito acima, são 3 computadores, sendo 2 desktop Dell, quadcore e um Raspberry PI3, todos em Linux.

**QSO**: Qual software está usando para operar tantos SDRs e qual o sistema operacional usa?

**William**: O software usado para os WEBSDR foi desenvolvido na Holanda. Maiores informações em WEBsdr e o RADIOSONDE RX

**QSO**: A estação possui sistema de backup de energia?

**William**: Sim possui, nobreak de 3Kva PHB senoidal.

**QSO**: E como é o consumo de energia elétrica da sua estação?

**William**: O consumo dos servidores é de aproximadamente 300W/h. A energia e gerada no sitio por 36 painéis solares de 330W, 220V trifásico, on grid.

**QSO**: Quais são as possibilidades de crescimento do SDR que você vê para o Brasil?

**William**: O SDR está crescendo mais e mais a cada dia, seu celular usa esta tecnologia, seu roteador WIFI assim como TV´s e a grande maioria dos rádios, ela está embarcada em quase tudo que recebe e emite sinais.

**QSO**: Você teria algum conselho para quem deseja iniciar nesse mundo do SDR?

**William**: Vale a pena! Se vc quer fazer esta experiência com baixo custo, compre um kit, por exemplo da SOFTROCK, se quiser entrar pela porta da frente compre um servidor de comunicações da Flex-Radio, qualquer modelo é excelente e muito melhor que os rádios convencionais. Hoje no http://ebay.com, existem dezenas de promoções de receptores SDR montados e em kit, por preços bem baixos.

**QSO**: Você gostaria de deixar alguma mensagem ou falar algo que não abordamos nas perguntas?

**William**: O SDR é uma tecnologia, que está turbinando o radioamadorismo, e também todo o mundo da eletrônica de sinais. Não fique de fora!



Antenas EME VHF com receptores SDR



Antenas websdr



Antenas eme VHF e torres com antenas PY2GN



Antenas WEBSDR




Antenas Satelite Geo Estacionario ESHAILSAT QO100



Antenas websdr e PY2GN



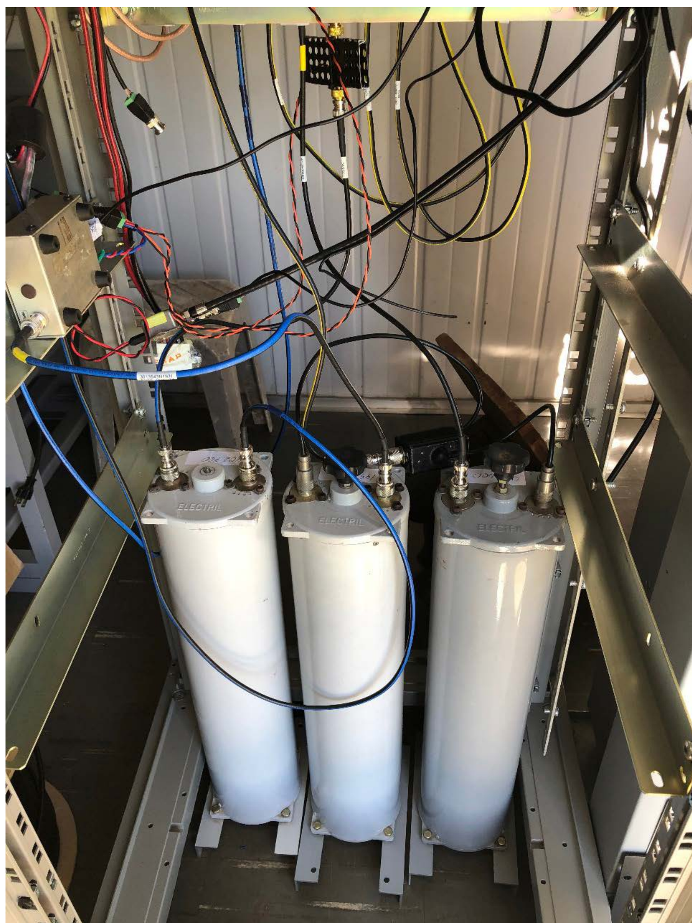
Conteiner websdr



Foto geral da estação webSDR



GP Sonda



Filtros webSDR VHF



Visão Geral



Conteiner com WEBSDR e Parabolas do QO-100



Conatainer atual


Painel gerador de energia


Interface do 1º WEBSDR do mundo fabricado e cfg pelo PY2SDR Edson. 2005

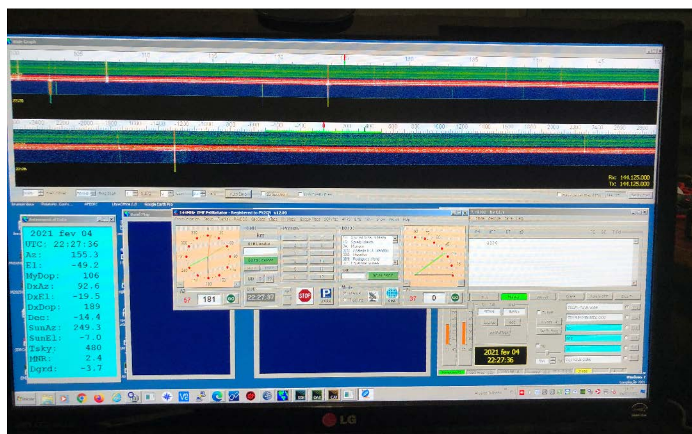


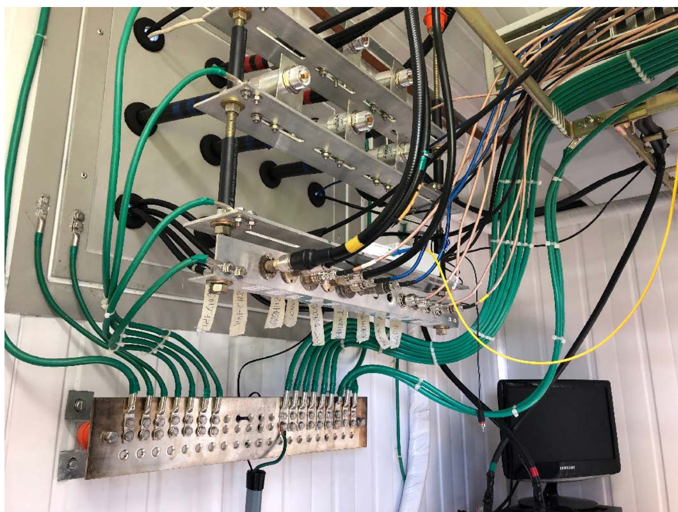
KIT SDRZERO 2006 b



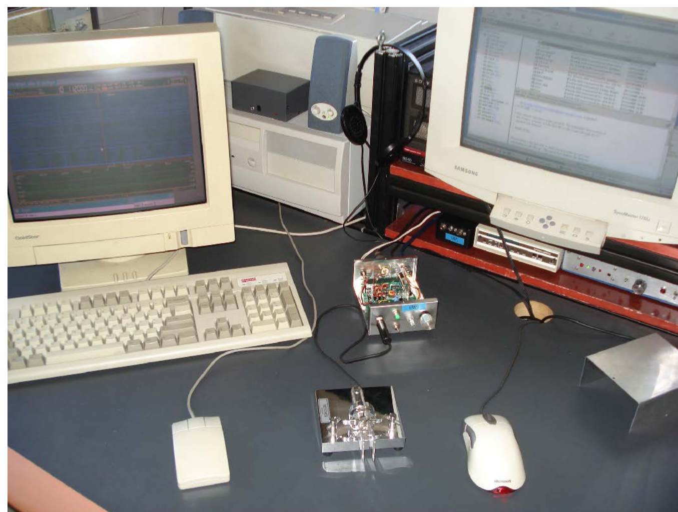
FLEX-RADIO 6500


lançamento do kit SDRZERO em 2006 feito pelo Edson py2sdr e João Kollar de Marco

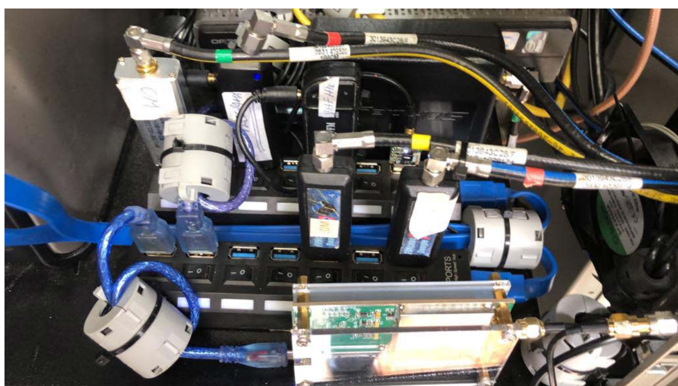

TELA SW EME SDR



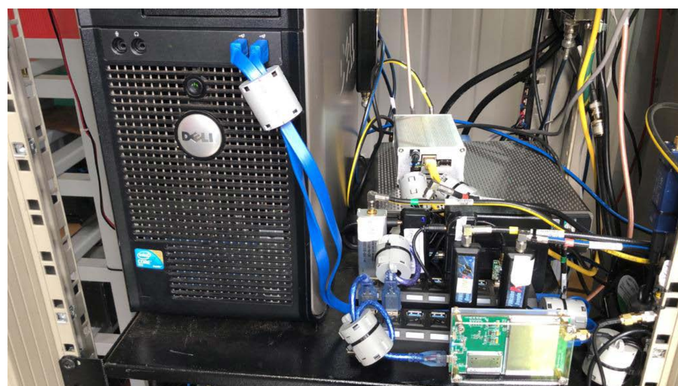
path antenas websdr



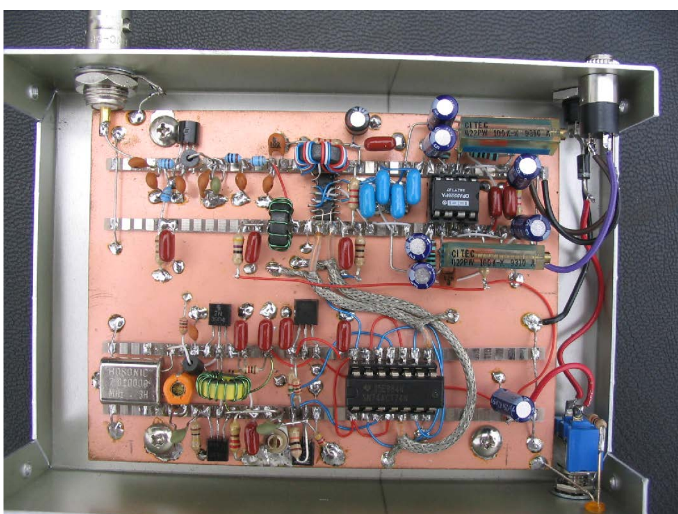
websdr servers e receptores atuais



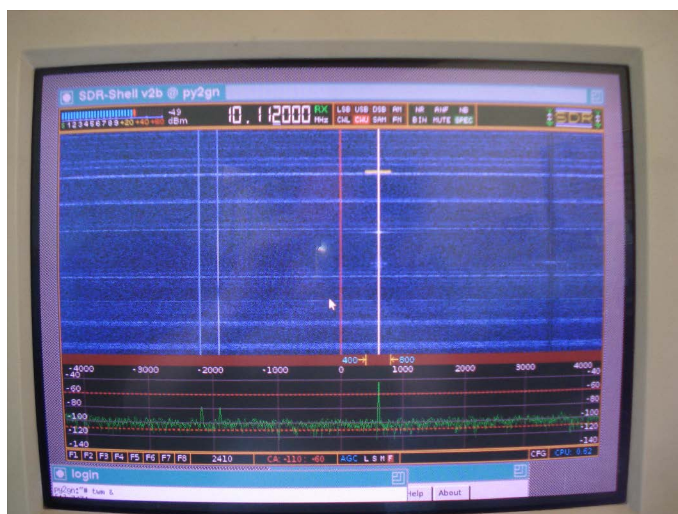
receptores atuais



websdr servers e receptores atuais



primeiro SDR do Brasil. Kit recebido do autor Edson PY2SDR direto do Japão. Entrou em funcionamento em 2005 em Pardinho




Software SDRShell desenvolvido pelo PY2SDR em 2006


bastidor websdr


William - PY2GN


Com JOão Kollar de Marco PY2WM e Adinei Brochi PY2ADN  no lançamento do SDRZero em 2006

# ATERRAMENTO ELÉTRICO

Um dos problemas que afligem todos os usuários de equipamentos elétricos e eletrônicos é o aterramento correto das instalações. Qualquer descarga elétrica atmosférica pode causar mau funcionamento ou até a queima do equipamento. As interferências também são presentes na falta de um bom aterramento.

Para a preservação da integridade dos equipamentos e edificações são necessários um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (conhecido por SPDA) e/ou de um aterramento. O escopo deste artigo é de somente se ater a parte do aterramento. Este artigo visa dar uma ideia aos radioamadores do que é o aterramento, mas o assunto é muito mais vasto que isto.

Para a execução de uma proteção com SPDA, como o assunto é mais complexo, deve ser entregue a um profissional habilitado (engenheiro eletricista) a elaboração do projeto. As funções do aterramento são:

- obter uma resistência de aterramento mais baixa possível para as faltas a terra;
- manter os potenciais produzidos pelas correntes de falta a terra dentro dos limites de segurança;
- fazer que equipamentos de proteção sejam sensibilizados e isole, rapidamente falhas a terra;
- proporcionar um caminho de escoamento para a terra de descargas elétricas atmosféricas;
- usar a terra como retorno da corrente para sistemas MRT (monofilar com Retorno a Terra);
- escoar cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos;
- permitir o escoamento para a terra das correntes de fuga de equipamentos defeituosos;
- servir de contrapeso para o sistema de antenas.

As principais características de um sistema de aterramento eficiente, são:

- baixa resistência elétrica;
- alta capacidade de condução de corrente elétrica;
- resistência elétrica variando pouco com as estações do ano;
- proporcionar segurança pessoal, evitando potenciais de toque e passo perigosos;
- função prioritária a proteção do usuário contra choques nos equipamentos;
- proteger as instalações contra incêndios de origem elétrica;
- permitir a continuidade da alimentação elétrica;
- limitar as sobretensões;
- limitar as perturbações eletromagnéticas.

Sempre temos notícias que alguma pessoa levou um choque ao tocar num equipamento, queima ou danos em rádios, televisores, computadores etc., que poderiam ser minimizados ou eliminados com a instalação de um bom aterramento e instalação elétrica.

Neste artigo vamos nos referir sempre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, principalmente as:

NBR-5410- Instalações Elétricas de Baixa Tensão (2008)
NBR-5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas (2005)

A ABNT é uma entidade que tem por missão: Prover a sociedade brasileira de conhecimento sistematizado, por meio de documentos normativos, que permita a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável nos mercados interno e externo, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico, proteção do meio ambiente e defesa do consumidor.

É importante frisar que de acordo com o artigo 39, é vedado ao fornecedor de produtos ou serviços dentre outras práticas abusivas (parágrafo VIII): colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não

existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO).

Executar uma instalação elétrica, aterramento ou outro serviço sem observar esta norma, pode até dar certo, mas os riscos são grandes de ter um mau funcionamento das instalações e equipamentos e mesmo de risco a vida humana. Conclusão: todos os fornecedores de produtos e serviços tem que seguir as normas da ABNT no que concerne a sua atividade.

As interferências eletromagnéticas são acopladas em circuitos eletrônicos através de três mecanismos básicos: acoplamento capacitivo (campos elétricos), acoplamento indutivo (campos magnéticos) e acoplamento por impedância comum (de aterramento). Praticamente todas as técnicas que se aplicam para a eliminação destes mecanismos de acoplamento, assim como filtragem, blindagem, balanceamento etc., são relacionadas com o sistema de aterramento. Uma das queixas mais comum dos radioamadores e radioescutas é esta interferência nas suas recepções e em outros equipamentos.

Uma das técnicas para tentar eliminar ruídos elétricos é o aterramento das blindagens (caixas) dos equipamentos.

Todos os circuitos chaveados (fontes de alimentação, inversores etc.), na sua maioria, possuem sua caixa de montagem (carcaça) feita de metal. Estas caixas devem ser aterradas, assim como as blindagens (malha externa) dos cabos de sinais e coaxiais.

A ocorrência de raios e relâmpagos nas proximidades (alguns quilômetros) de uma edificação induz uma corrente elétrica em todos os objetos metálicos nas proximidades, como cabos elétricos, antenas, calhas, arames das cercas rurais, alambrados, tubulações expostas etc.

Para se ter uma ideia deste fenômeno, eu tinha uma antena tipo “V” invertida para as faixas de 40 e 80 metros, ligadas num mesmo cabo coaxial. Era noite e estava ocorrendo relâmpagos a uma distância de uns 5 quilômetros e a extremidade inferior do cabo coaxial não estava ligada ao transceptor. Comecei a escutar um barulhinho esquisito e verifiquei que chegando à ponta do coaxial a uns 2 centímetros da minha barra de aterramento, saiam faíscas. Era a corrente induzida pelos relâmpagos na antena.

Os raios e relâmpagos também afetam na distribuição de energia elétrica e muitas concessionárias têm estações distribuídas em nosso território, que medem a localização e intensidade dos raios. Assim elas podem remanejar as linhas de transmissão para minimizar os problemas.

Existe um site na internet onde podemos verificar a ocorrência de raios no Brasil, “on line”. Este site é do IMPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e está relacionado na bibliografia deste artigo.

Um raio tem uma corrente que pode variar de 5 até 300 kA, com uma média de 20 kA. A duração pode chegar a 350 microssegundos. Ocorrem mais no verão do que na estação de inverno. Portanto é sempre bom ficar atento a este fato.

## Como a energia chega a nossa casa

A nossa energia elétrica, em sua grande maioria é gerada em usinas hidroelétricas. Em caráter secundário aparecem as eólicas, térmicas e fotovoltaicas.

Dentro de uma usina hidrelétrica, já na origem da geração da energia, temos um sistema de aterramento sofisticado, constituído por vários quilômetros de cabos e hastes de cobre, de modo a dar segurança ao pessoal da operação e proteção dos equipamentos. O mesmo acontece nas subestações para elevação ou abaixamento das tensões da energia elétrica. Desta forma, não tem sentido que enquanto em uma usina e subestação há quilômetros de cabos e hastes para ao aterramento, numa residência nem uma única haste ou um metro de cabo de cobre não é utilizado para tal finalidade. Um exemplo disto foi a utilização de 3.400 metros de cabo de cobre em uma usina hidrelétrica e de 780 metros em uma subestação, com capacidade de geração e transformação de 50 MW respectivamente, para o aterramento. Nas usinas e subestações tudo que é metálico, é ligado ao aterramento geral, como eletrodutos, guarda corpos, estruturas metálicas, torres, postes, tubulações de água e ar comprimido, caixas dos equipamentos neutros da rede de energia,

SPDA etc. (ver fotos 1, 2 e 3).



1 - Aterramento da carcaça de um transformador em usina hidrelétrica.

2 - Aterramento de uma torre do barramento de uma subestação.

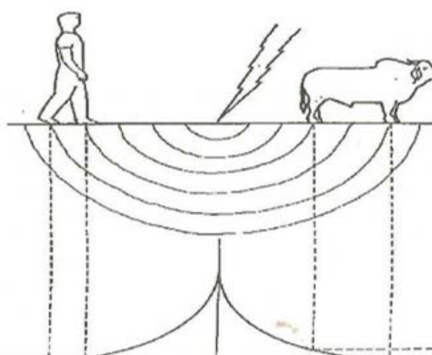
3 - Aterramento de um portão metálico em uma subestação

No caso de subestações e usinas hidroelétricas, é feita uma malha de aterramento, com cabos de cobre, que tem também a função de controlar a tensão de passo e de toque, devido a altas correntes elétricas que saem dos equipamentos devido a descargas elétricas oriundas de raios ou outros problemas nos equipamentos (curto circuito etc.).

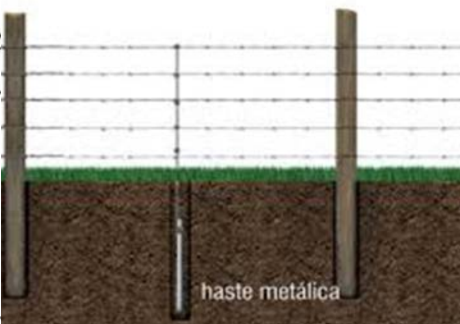
Tensão de passo é a diferença de potencial que ocorre entre as pernas de uma pessoa, ou as patas de um animal em contato com o chão. No passo da pessoa ela ficara com os pés em linhas equipotenciais diferentes provocando passagem de corrente pelo seu tronco. Num ser vivo bípede isto raramente provoca a morte, pois a parcela de corrente é pequena (linhas equipotenciais próximas), já nos quadrúpedes geralmente é fatal (linhas equipotenciais distantes) a maior diferença de potencial, logo maior corrente passando pelo tronco (e coração) do animal (figura 4).

Para fins residenciais ou de pequeno comercio ou indústria, não deve haver a preocupação com a tensão de passo, pois as correntes elétricas que irão para a malha de aterramento são pequenas, em relação as de uma subestação ou usina hidrelétrica.

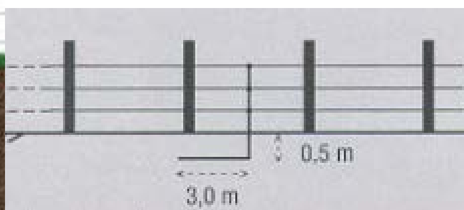
Por isso é que se deve dar atenção a aterramentos de para perto de cercas, estábulos e currais, onde se concentram os animais. Por isso é importante se fazer o aterramento dos arames das cercas em geral (figuras 5 e 6).



4 - Linhas equipotenciais geradas pela incidência de um raio no solo.



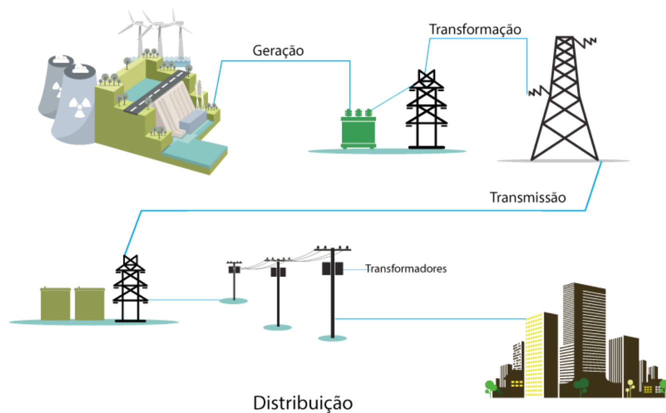

5 - Aterramento de uma cerca para animais - método 1




6 - Aterramento de uma cerca para animais - método 2

A tensão que sai dos geradores de uma usina hidrelétrica é em geral de 13.800 V. Para ser transportada a distância, ela é elevada para tensões maiores, de modo a diminuir as perdas. Estas tensões em geral são de 69, 138, 230, 440 kV. Próximo a uma cidade que vai ser abastecida pela linha de transmissão a tensão é rebaixada numa subestação para 13.800 V para ser distribuída pelo arruamento. A cada trecho de uns 300 a 500 metros, existem transformadores que rebaixam a tensão para a distribuição às residências, comércio e pequenas indústrias.  Esta tensão pode ser conforme a cidade, de 127 ou 220 V, tensão está entre fase e neutro. Todas estas linhas são feitas no sistema trifásico. No Brasil e em muitos países a frequência da rede de energia é de 60 Hz (ciclos por segundo). Os pés das torres de uma linha de transmissão também são aterrados com cabo de cobre ou fita de aço galvanizado, com comprimentos de 80 a 100 metros.

A figura 7 mostra esquematicamente qual o caminho da energia elétrica desde a fonte geradora até o consumidor final.

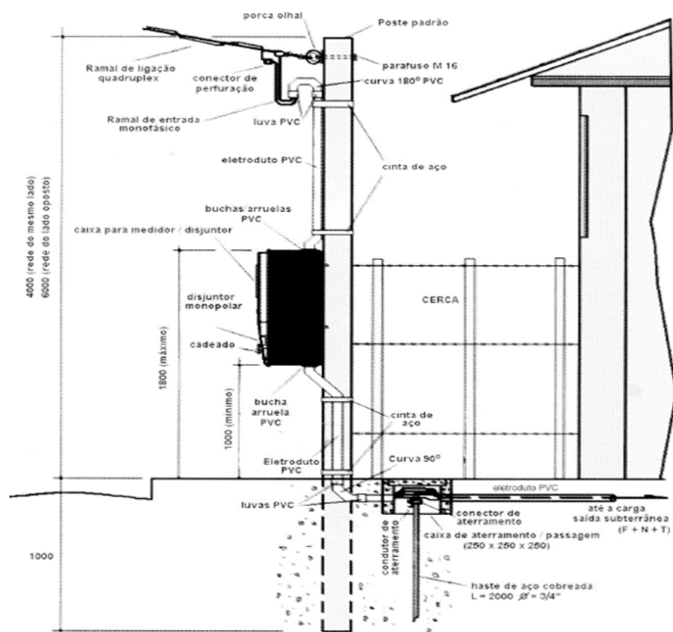



7 – Exemplo de uma rede de energia elétrica desde a geração até o consumidor final.

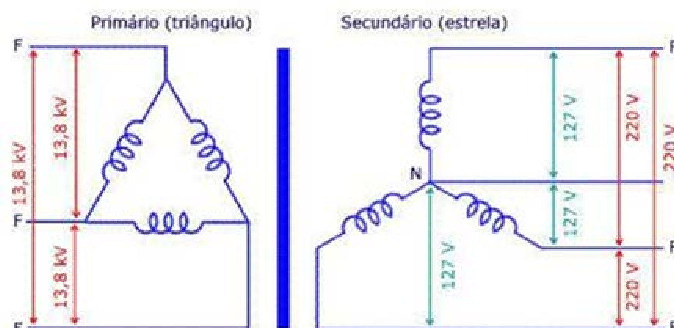


8 - Os três condutores que estão na cruzeta, em posição horizontal são da linha de média tensão e os cinco condutores presos no “rack” na posição vertical são da linha de baixa tensão (3 fases, 1 neutro e 1 da alimentação da luminária).

A linha de 13.800 V é chamada de média tensão e a de 127 ou 220 V, de baixa tensão. A figura 9 mostra como é o padrão de entrada de energia em uma residência ou comércio. O ramal de entrada pode ser tipo monofásico (fase + neutro), bifásico (2 fases + neutro) ou trifásico (3 fases + neutro). Este circuito passa pela caixa de medição da energia, onde há um disjuntor que desliga todo o circuito que segue para a residência ou comércio. No solo, junto ao padrão, é colocada uma haste de aterramento, onde é ligado o neutro e um cabo de aterramento que segue para a caixa de distribuição dentro da edificação.




9 – Padrão de entrada de energia em uma residência.




10 – Transformadores de 13,8 kV/127-220 V

Na figura 10 é mostrado um esquema de ligação das bobinas de um transformador de média para baixa tensão. A disposição das bobinas do primário é em delta (3 fases) e do secundário em estrela (3 fases e o neutro).

Estas linhas de 127 ou 220 V, são no sistema trifásico chamado em estrela, ou seja, tem os três condutores fase e mais o neutro. Quando se utiliza um equipamento ligado em uma fase e o neutro, chamado de circuito monofásico, há circulação de corrente no neutro. Os motores de maior potência, que são no sistema trifásico são ligados nas 3 fases cujas correntes são equilibradas e iguais e, portanto, não há circulação de corrente pelo neutro.

Conforme a demanda de uma unidade consumidora, a concessionária instala linha monofásica, bifásica ou trifásica.




11 - Entrada de rede monofásica 12 -Entrada de rede bifásica 13 - Entrada de rede trifásica

No poste, a entrada da linha trifásica de média tensão tem instalados três para raios, cuja finalidade é de proteger o transformador contra surtos de tensão proveniente de descargas elétricas atmosférica e surtos de manobras (chaves seccionadoras, disjuntores, banco de capacitores etc.). Desta forma, os para raios desviam para a terra esta energia indesejada. Na foto 8, nas duas cruzetas inferiores estão instalados os para raios e as chaves seccionadoras com fusíveis.

No corpo do para raio tem um terminal na parte superior que é ligado no cabo fase e um no inferior ligado ao cabo de aterramento.



14 - Para raio de alta tensão



15 - Para raio de baixa tensão

No solo, na base do poste onde existe um transformador de distribuição, há um aterramento, em que são ligados os três para-raios, o neutro da linha de baixa tensão e a carcaça do transformador. Na linha de baixa tensão, quando esta estiver localizada em zona rural, é aconselhável instalar nos cabos fases, para-raios de baixa tensão, também destinados a suprimir surtos de tensões. Desta forma nada melhor investirmos em um bom aterramento de maneira a dar segurança aos usuários e proteção aos equipamentos.

Vimos então no texto acima, que o aterramento acompanha os circuitos desde a geração até o poste de energia na rua. Com isto, muitos surtos de tensão oriundos de descargas elétricas atmosférica são ceifados.

## Aterramento na unidade consumidora

O que será citado a seguir é válido para residências, comércios e pequenas indústrias.
Da linha de baixa tensão instaladas nos postes, saem os radias de alimentação para as unidades consumidoras (residência, comercio etc.). Na entrada de cada unidade consumidora tem o chamado “padrão”, cujas características são determinadas pela concessionária de energia elétrica.

Neste padrão tem um aparelho medidor de consumo de energia e disjuntores na fase ou fases que alimentam a unidade. O circuito que chega ao padrão pode ser monofásico, bifásico ou trifásico, todos eles com o neutro. Neste padrão é obrigatório se fazer um eletrodo de aterramento, que é ligado a caixa metálica do padrão, ao neutro vindo do poste e aos condutores neutro e de proteção (terra) que vão para o interior da unidade consumidora.

O desenho 16 mostra esquematicamente a disposição de uma instalação típica do sistema TENS (Terra Neutro Separados) e na fotografia 17, um quadro de distribuição de energia. Nesta fotografia dá para se notar que os fios fases alimentam os disjuntores e destes seguem para os circuitos correspondentes. Na parte inferior há duas barras de cobre, uma onde são ligados os neutros dos circuitos e na outra os condutores de proteção (terra).

16 – Instalação monofásica em um consumidor

A maior parte das residências é alimentada por um circuito monofásico. Portanto os condutores que saem da rede pública e chegam ao padrão são o neutro e a fase. Para a execução das instalações elétricas de baixa tensão deve ser seguida a norma NBR-5410, da ABNT. Ela fornece todos os parâmetros para o cálculo e detalhes das instalações. Os circuitos devem ser separados, conforme as suas finalidades e as bitolas dos cabos e capacidade dos disjuntores calculados de acordo com a carga prevista.

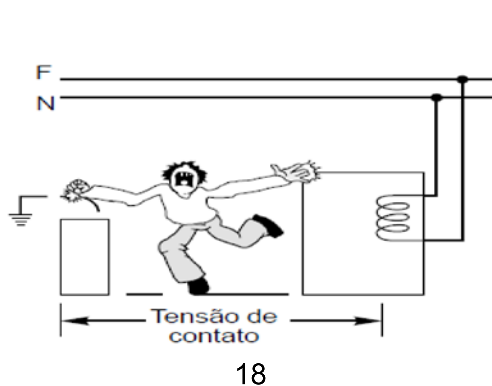
17 - QDCA

Assim, se você for utilizar um profissional para fazer a instalação elétrica ou ao adquirir um imóvel, assegure-se que esta norma está sendo cumprida. Numa instalação elétrica é utilizada uma padronização nas cores dos condutores: condutor neutro - azul claro, condutor de proteção (terra) - dupla coloração verde-amarela ou somente verde e fase - qualquer cor, desde que não seja igual a cor dos condutores neutro e de proteção. Geralmente se usa o vermelho, marrom ou preto.

No caso deste artigo, o condutor que vamos da ênfase é o de proteção ou terra. Ele deve ser contínuo, sem interrupção. Não deve conter fusíveis, chaves ou disjuntores que provoquem sua interrupção. Neste tipo de instalação elétrica que é utilizada em residência, chamado TN-S (terra e neutro separados), o condutor de proteção ou terra é separado do neutro. No neutro circula corrente elétrica e no fio terra somente em casos esporádicos.

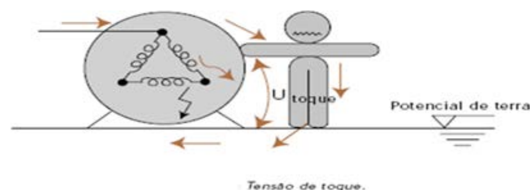
Nunca se deve utilizar o condutor neutro com a finalidade de proteção ou terra. Isto é importante de ser observado, pois muitos eletricistas argumentam que não é necessário o fio terra, pois está no mesmo potencial do neutro. Uma prática comum, mas altamente condenável e quando uma pessoa vai ligar um plugue de três pinos a uma tomada de 2 pinos. A primeira atitude é de cortar com um alicate o pino terra do plugue. Dentro da residência tem um quadro de distribuição, onde chegam dos condutores provenientes do medidor da concessionária, que são a fase, neutro e terra, no caso de circuito monofásico. Este quadro é chamado de QDCA - Quadro de Distribuição de Corrente Alternada. Nele estão contidos os disjuntores que irão alimentar os vários circuitos da residência.

Certos equipamentos como chuveiros, aparelho condicionador de ar, forno de micro-ondas, lavadora de roupa, secador de roupa e outros, utilizam além da fase e neutro, o fio de proteção (terra). A finalidade é de dar segurança ao usuário contra choques elétricos. Quando há uma fuga de corrente num aparelho desses, qualquer contato entre uma mão e os pés (que estão aterrados, ou entre as duas mãos, uma no equipamento e outra num local aterrado, vai fazer passar uma corrente elétrica no corpo da pessoa, colocando sua vida em risco.



18

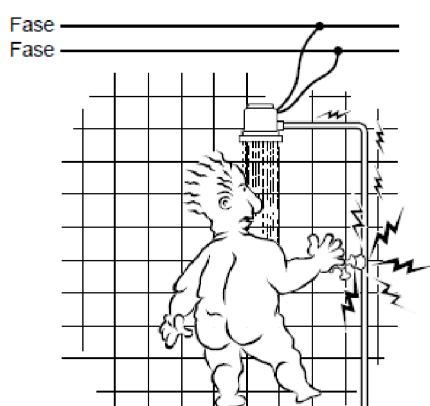

19



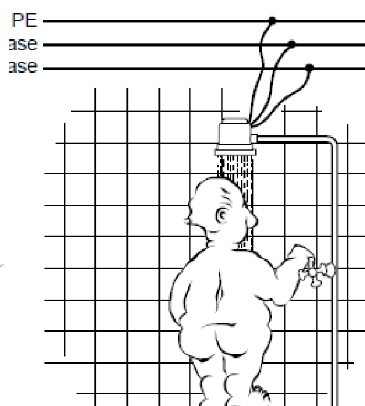
20

Exemplos de como ocorre a tensão de toque ou contato

Na figura 20 dá para se notar que se houver um fio do enrolamento do motor desencapado e encostando na carcaça e se a pessoa tocar a mesma, haverá um choque.



21 – Instalação errada



22 – Instalação correta

| Efeitos fisiológicos da corrente elétrica | |
|---|---|
| CA-15 a 100Hz - trajeto entre extremidades do corpo, pessoas de, no mínimo, 50kg de peso | |
| Faixa de corrente (mA) | Reações fisiológicas habituais |
| 500 mA | Parada cardíaca |
| 30 mA | Risco de fibrilação cardíaca irreversível |
| 10 mA | Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em no mínimo 5 segundos |
| 0,5 mA | Ligeira contração muscular |
| 0,1 mA | Sensação de formigamento |

23 – Efeitos fisiológicos da corrente elétrica

No quadro da figura 23 são mostrados os efeitos fisiológicos da corrente elétrica passando através do corpo humano. Nota-se que uma corrente de 500 mA é suficiente para ocasionar uma parada cardíaca.

Uma ligação equipotencial deve ser efetuada no subsolo (no caso de edifícios) ou próximo ao quadro geral de entrada da baixa tensão. Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial principal, construída e instalada de modo a permitir fácil acesso para inspeção. Essa barra de ligação equipotencial deve estar conectada ao subsistema de aterramento.

Antigamente usava se fazer aterramentos distintos para para-raios, sistemas de potência e de sinais etc. Os eletrodos ficavam separados uns dos outros. Hoje, todos os eletrodos devem ser equalizados, ou seja, ligados entre si. A norma NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão (2008), em seu item 6.4.2.1 cita que ao barramento de equalização principal podem ser ligados:

- as armaduras de aço do concreto e outras estruturas metálicas da edificação.
- as tubulações de água, gás combustível, esgoto, gases industriais, de vapor ar condicionado, bem como estruturas metálicas a elas associadas.
- os condutos metálicos das áreas de energia e de sinal que entram e saem da edificação.
- as blindagens, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de sinal que entram e saem da edificação.
- os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação.
- o condutor neutro da alimentação elétrica.
- os condutores de proteção principais da instalação elétrica interna da edificação.
- Já no item 6.4.5.2 desta mesma norma, ao barramento de equipotencialização funcional podem ser ligados:
- quaisquer dos elementos já citados no item 6.4.2.1.
- condutores de aterramento de dispositivos de proteção contra sobretensão.
- condutores de aterramento de antenas de radiocomunicação.

- condutor de aterramento do polo de fontes de corrente contínua para os equipamentos da tecnologia da informação.
- condutores de aterramento funcional.
- condutores de equipotencialização suplementares.

Para as antenas, há um item específico, na norma NBR-5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Elétricas Atmosféricas (2005), o item A3, que recomenda:

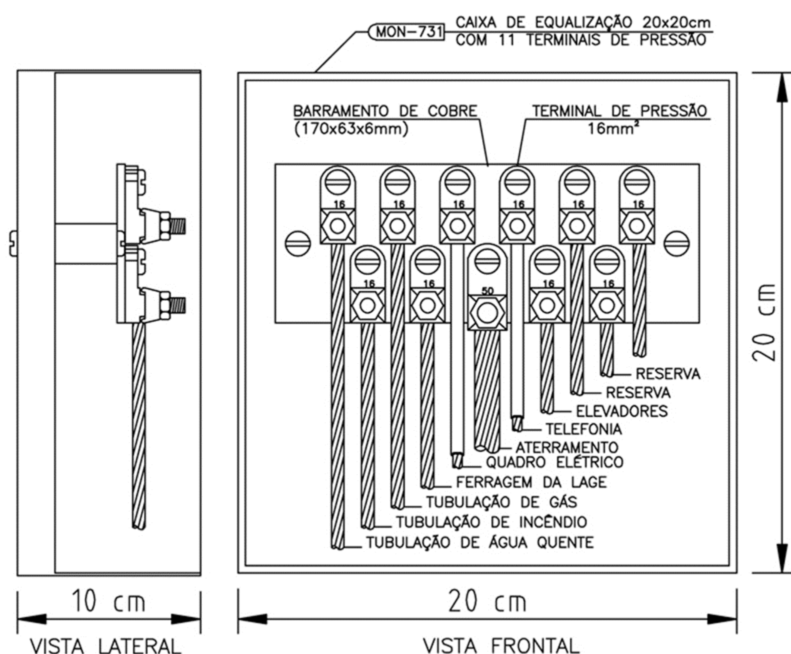
A.3.1 O mastro metálico da antena externa de televisão ou sua torre de suporte, instalados sobre uma estrutura, deverão ser aterrados segundo uma das seguintes alternativas:

a) o mastro da antena deve ser conectado ao SPDA por meio de solda exotérmica ou braçadeira com dois parafusos M8. Esta ligação deve ser o mais curta e retilínea possível, mediante condutor, conforme as tabelas 6 ou 7;

b) se não houver SPDA, deve ser instalado um condutor exclusivo para aterramento da antena, com seção não inferior a 16 mm2 em cobre, ligando o mastro a um eletrodo de aterramento conforme 5.1.3. Condutores de descida naturais podem também ser utilizados, desde que de acordo com esta Norma.

A.3.2 As condições para equalização de potencial do aterramento da antena com as instalações metálicas e com o sistemas elétricos de potência e de sinal da estrutura são determinadas pela NBR 5410, em particular ao que se refere ao uso de proteção contra surto (DPS).

Nas figuras 26 e 27 estão mostrados um caso tipo de barra de equipotencialização.




26 – Barramento de equipotencialização

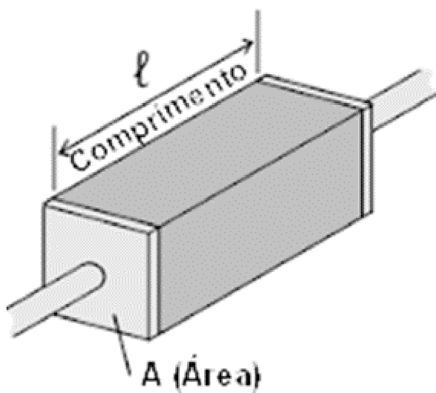


27 – Barramento de equipotencialização

Todos os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal devem ser conectados a ligação equipotencial. O condutor de proteção (PE) pode e em geral deve ser ligado a eventuais outras ligações equipotenciais, porem o condutor neutro só deve ser ligado a ligação equipotencial principal.

## Resistividade do solo

A resistividade de um material (solo, rocha, metais, concreto etc.) é a resistência elétrica de um cubo maciço do material, com 1 metro de lado, onde são colocados dois eletrodos em faces opostas.




$$R = \rho \frac{l}{A}$$

**R = Resistência do condutor em Ω**

**ρ = Resistividade do material em Ω.m**

**ℓ = Comprimento do condutor em m**

**S = Área da seção reta em m²**

28 – Resistividade de um material

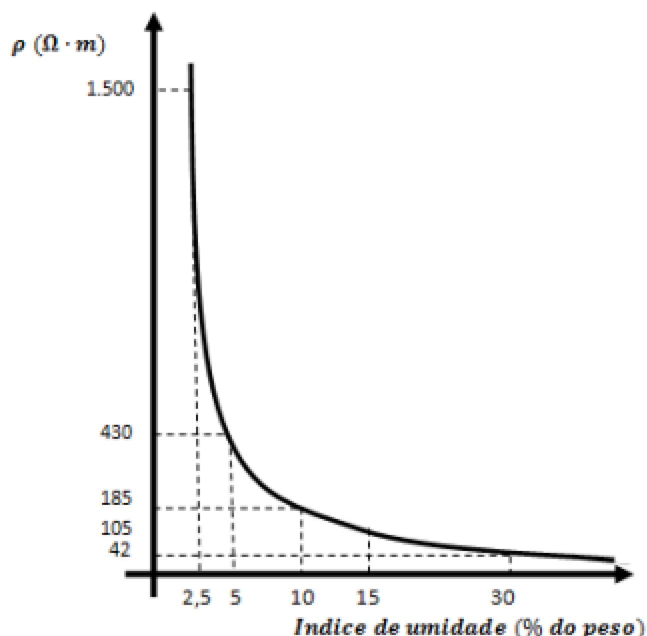
| Material | Resistividade (Ω-m) a 20 °C |
|---|---|
| Alumínio | 0,00292 |
| Cobre | 0,00172 |
| Ferro | 0,000.000.1 |
| Areia | 250 a 500 |
| Argila | 20 a 60 |
| Granito e Gnaisses decompostos | 20 a 50 |
| Agua salgada (mar) | 2 |
| Agua doce | 250 |
| Argila compacta e terra calcária | 100 a 200 |
| Lodo | 10 a 150 |
| Areia argilosa | 50 a 500 |
| Granito | 1.500 a 10.000 |
| Basalto | 10.000 a 20.000 |
| Calcário compacto | 1.000 a 5.000 |
| Calcário fraturado | 500 a 1.000 |

29 -Resistividade de metais, solos e rochas

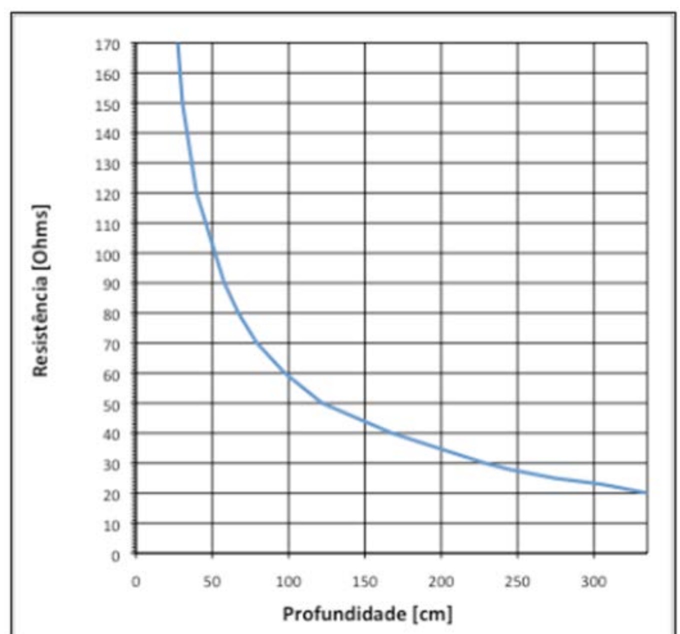
Quanto menor a resistividade, melhor é a condutividade elétrica do material. Por isso o solo do local de um aterramento deve ter a menor resistividade possível, mas nem sempre podemos modificar o solo, alterando sua resistividade. Assim sendo, devemos fazer um sistema de aterramento e equipotencialização bem eficientes.

Nesta planilha da figura 29 nota-se a grande diferença entre as resistividades dos metais (cobre e alumínio) em relação aos solos. Como podemos verificar as resistividades variam muito dependendo do tipo de solo ou rocha. Solos úmidos tem menor resistividade que solos secos. Rochas fraturadas podem conter água nas suas frestas possuem menor resistividade que as rochas sem fraturas.

A construção de eletrodos de aterramento em local de muita rocha perto da superfície é mais difícil de execução de forma a ter uma resistência de aterramento de valor baixo. Geralmente o solo sobrejacente tem pouca espessura e é muito seco.




30 – Variação da resistividade do solo com a umidade




31 – Variação da resistividade do solo com a profundidade

É importante citar que as resistividades elétricas dos solos e rochas da planilha e os valores são médios. Para a execução de um eletrodo de aterramento, muitas pessoas fazem furos na rocha, com profundidades grandes e colocam hastes de cobre ou fio de cobre dentro dos furos. Isto é perda de tempo e dinheiro, pois a resistividade das rochas é muito alta. Colocar cabos no solo em uma malha, com distancias pequenas e fazer um tratamento do solo seria mais prudente. Pode-se também procurar nas redondezas solos mais úmidos e profundos para a execução do eletrodo de aterramento. Deve ser tomado cuidado com solos de baixa resistividade, pois há uma tendência de corrosão nos metais constituintes do eletrodo de aterramento.

| Resistividade elétrica (Ω.m) | Agressividade |
|---|---|
| Até 100 | Alta |
| 100 a 500 | Média |
| Acima de 500 | Baixa |

## Tipos de Eletrodos de Aterramento

O eletrodo de aterramento é um condutor ou conjunto de condutores enterrados no solo e eletricamente ligados a terra. Os eletrodos de aterramento podem ser: natural, que não é instalado especificamente para este fim, em geral as armaduras de aço das fundações e o convencional que é instalado unicamente para este fim, utilizando hastes e cabos.

## Eletrodo de Aterramento Natural

Um dos eletrodos de aterramento naturais mais usados é o constituído pelas armaduras de aço embutidas no concreto das fundações das edificações. Tem sido observado que as armaduras de aço das estacas, dos blocos de fundação e das vigas baldrames, interligadas entre si durante a sua execução constituem um eletrodo de aterramento de excelentes características elétricas.

As armaduras de aço das fundações podem ainda, juntamente com as demais armaduras do concreto da edificação, constituir, nas condições prescritas pela NBR 5419, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento e gaiola de Faraday, complementado por um sistema captor.

No caso de fundações em alvenaria, o eletrodo de aterramento pode ser constituído por uma fita de aço ou barra de aço de construção, imersa no concreto das fundações, formando um anel em todo o perímetro da estrutura. A fita deve ter, no mínimo, 100 mm² de seção e 3 mm de espessura e deve ser disposta na posição vertical. A barra de aço deve ter, no mínimo 95 mm² de seção. A fita ou a barra deve ser envolvida por uma camada de concreto com espessura mínima de 5 cm.

As barras de aço da armadura dos elementos da fundação (blocos ou estacas), pilares, lajes e vigas devem ser amarradas em pelo menos 50% de seus cruzamentos ou soldadas, de forma a dar uma continuidade elétrica.
O eletrodo de aterramento natural assim constituído deve ser conectado a ligação equipotencial principal através de uma barra de aço com diâmetro mínimo de 8 mm ou uma fita de aço de 25 mm x 4 mm.

O aterramento pelas fundações, já consagrado em diversos países e já previsto na NBR5410, tem como características básicas: o fato de o concreto em contato com o solo, apresentar resistividade típica de terreno argiloso (cerca de 30 Ω.m) e a existência de grande quantidade de condutores (de aço) nas fundações, bastante superior à de condutores de cobre que seria utilizada para o mesmo fim.

A conexão de um condutor de aterramento de um equipamento ao eletrodo embutido no concreto deve ser feita de forma a garantir a continuidade elétrica, capacidade de condução de corrente e de proteção contra a corrosão, inclusive a eletrolítica.

O condutor de derivação do eletrodo, que sai fora do concreto deve ser constituído por barra de aço galvanizado, com diâmetro mínimo de 10 mm, ou fita com seção de 25 mm x 3 mm, ligado ao eletrodo com solda elétrica. Esta fita ou barra deve ser protegida contra a corrosão. Um segundo condutor, destinado a ligar o condutor de derivação ao aterramento deve ser constituído por barra ou cabo de cobre, ligado ao primeiro por solda exotérmica e também protegida contra corrosão.

No caso de o eletrodo de aterramento ser constituído por barras de aço da armadura do concreto, esta não deve ter seção inferior a 50 mm² e diâmetro não inferior a 8 mm.

Em todas as conexões de cabos, hastes do eletrodo de aterramento e das ligações a este, não se pode utilizar solda de estanho-chumbo. O acesso à terra e a utilização das armaduras das fundações com o eletrodo de aterramento podem não ser possíveis após o início dos trabalhos de construção. A natureza e a resistividade do solo devem ser consideradas no estágio inicial do projeto. Este procedimento pode ser útil para dimensionar o subsistema de aterramento que pode influenciar certos detalhes do projeto civil das fundações.

Um subsistema de aterramento é parte do SPDA Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas externo destinado a conduzir a corrente de descarga atmosférica (raios) para a terra. Este elemento pode também ser embutido na estrutura.

Do ponto de vista da proteção contra raios, um subsistema de aterramento único ligado a estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades (ou seja, a proteção contra os raios, sistema de potência de baixa tensão e sistemas de sinais).

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosa, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto recomenda-se, para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de aproximadamente 10 Ω como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. No caso de solo de alta resistividade ou rochoso, poderá não ser possível atingir valores próximos do sugerido. Neste caso a solução adotada deverá ser tecnicamente justificada no projeto.

Subsistemas de aterramento distintos devem ser interligados através de uma ligação equipotencial de baixa impedância.

## Eletrodo de Aterramento Convencional

De preferência o eletrodo de aterramento deve ser instalado externo ao volume da edificação a ser protegida (no caso de instalação de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas), a uma distância de 1 metro das fundações. Os condutores, em forma de anel, cabos horizontais ou radiais devem estar a uma profundidade de 0,50 metro. Nos eletrodos radiais, o angulo entre os condutores deve ser de no máximo 60º. Os tipos mais comumente utilizados para a execução destes eletrodos são:

- hastes verticais - normais e profundas
- condutores horizontais
- mistos - com hastes verticais e condutores horizontais

Haste verticais ou inclinadas devem ser uniformemente distribuídas ao longo do perímetro da estrutura, espaçadas entre si em distancias superiores ao seu comprimento. Para a elaboração de um projeto de um eletrodo de aterramento é necessário conhecer a resistividade elétrica do solo. Em locais sem construções usa-se medir a resistividade pelo método do Wenner que é o mais utilizado. Maiores detalhes podem ser obtidos na norma NBR-7113 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Num local dentro de uma cidade é impossível aplicar esta medição, pois podem existir nas proximidades do teste linhas de energia elétrica, tubulações enterradas, eletrodos de aterramento etc.  Se for executar uma medição da resistividade do solo, o local deve ser limpo e desobstruído de objetos metálicos já citadas. Se houver tubulações, cabos ou aterramentos de linha de energia nas proximidades do local ensaio para determinar a resistividade do solo, os resultados dão valores muito baixos, não condizentes com a realidade. O eletrodo de aterramento convencional pode ser constituído por hastes e cabos, cuja disposição e quantidade depende do tipo de solo, sua profundidade, umidade etc.

Resistência de aterramento de um eletrodo é a relação entre a tensão medida entre o eletrodo e o terra remoto e a corrente injetada no eletrodo. O terra remoto (de um eletrodo de aterramento) é a região na terra, suficientemente afastada do eletrodo considerado, na qual a diferença de potencial entre dois pontos

quaisquer, causada pela corrente nesse eletrodo, é desprezível. Se for medida a resistência de aterramento, deve-se utilizar a norma NBR 15749, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Vale lembrar que para a execução deste ensaio, não podem existir nas proximidades, tubulações, aterramentos e outros objetos metálicos enterrados, pois vai falsear o resultado.

Alguns profissionais utilizam outros métodos para a medição da resistividade e da resistência de aterramento, mas os resultados só são confiáveis se seguirem as normas da ABNT. As vezes o solo é constituído por várias camadas de materiais diferentes, como argila arenosa, argila compacta, areia etc. Estes materiais apresentam umidades diferentes e elas podem variar conforme a mudança de estações do ano.

Como não se tem a resistividade do solo, que inclusive varia com a profundidade, ao se projetar um eletrodo de aterramento utiliza-se o bom senso, em estudar o tipo de solo, sua profundidade, umidade e presença do lençol freático. Basta fazer um furo no local com auxílio de um trado e examinar os materiais nas várias profundidades.



32 – Trado tipo helicoidal



33 – Trado tipo concha

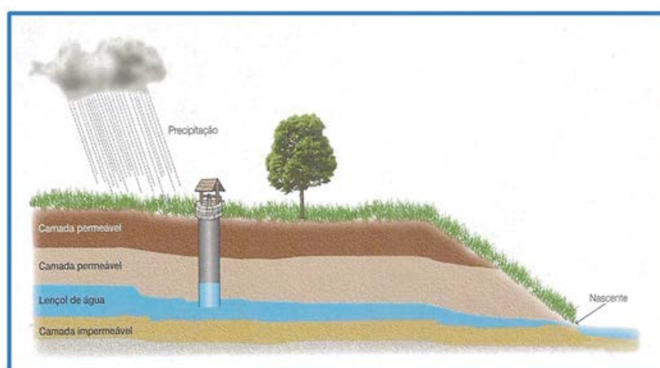


34 – Execução de furo para sondagem

Na maioria dos solos, a umidade aumenta com a profundidade. No final da camada de solo que pode ser constituída por vários materiais (argila, areia etc.), existe a rocha. Normalmente a camada de solo logo acima da rocha tem a presença de água. Isto é muito útil, pois as hastes de aterramento podem ser levadas até este local. O solo úmido tem baixa resistividade e neste caso ela permanece durante todo o ano. Esta água é a que aparece quando se constrói uma cisterna ou poço.




36 – Perfil mostrando os vários tipos de camadas do solo




37 – Perfil de um solo mostrando o lençol freático

A umidade existente nas camadas superiores do solo varia com as estações do ano, verão (com muitas chuvas) e inverno (em geral com ausência de chuvas). Existe um artificio de se colocar sal de cozinha (cloreto de sódio) no solo, para aumentar sua condutividade. Só que em pouco tempo o sistema de cabos e hastes é corroído e o eletrodo fica sem finalidade. Este método nunca deve ser utilizado.

Quando o solo possui alta resistividade e se deseja abaixar o valor da resistência de aterramento, podem ser utilizados produtos específicos constituídos por um gel condutivo e que não corroí os cabos e hastes do eletrodo. Estes produtos são conhecidos pelas marcas comerciais como Erico Gel 25-A, FASTGEL, MON-

752, EXOGEL, LABORGEL e outros similares. As referências destes produtos estão na bibliografia no fim deste artigo. As aplicações destes produtos devem seguir as recomendações dos respectivos fabricantes. O uso destes produtos deve ser feito somente quando se utiliza cabos e hastes cobreadas, pois haverá corrosão se estes forem de aço galvanizado.

Um material que também pode ser utilizado para diminuir a resistividade do solo é a bentonita sódica. Ela é uma argila muito fina, constituída na sua maior parte por um argila-mineral chamado montmorinolita, que tem a propriedade de absorver e reter a água. Assim, o solo com mais umidade terá mais condutividade elétrica.

A bentonita quando está seca e entra em contato com a água, expande-se, aumentando seu volume. Para a aplicação, deve se misturar o solo, na sua umidade natural (desde que não seja muito alta), na proporção igual de bentonita. A mistura deve ser bem-feita, de modo o material resultante ficar bem homogêneo.

Quando utilizada a mistura em hastes, deve-se fazer um furo no solo, com auxílio de um trado, com diâmetro de uns 20 a 25 centímetros e preencher o furo com esta mistura, em camadas de uns 20 centímetros de altura, que devem ser compactadas com auxílio de um sarrafo ou cilindro de madeira. Assim, com o material todo compactado no furo, crava-se a haste no seu centro.

Para a utilização da bentonita envolvendo cabos horizontais instalados em valas deve-se fazer a mistura conforme explicado acima. A vala deve ter largura e profundidade de 50 e 70 centímetros respectivamente. No fundo da vala, lança-se uma camada da mistura de solo com bentonita, com da15 centímetros de altura e compactada com auxílio de um soquete manual. Colocar o cabo sobre o material compactado e lançar mais uma camada de 15 centímetros da mistura e compacta-se essa camada. O cabo fica a uma profundidade de 60 centímetros, que é o padrão que se utiliza para o aterramento. Com a infiltração de água lançada ou de chuva sobre o local das hastes e valetas, a bentonita vai absorvê-la e expandir. Esta expansão é útil, pois fornece um maior contato solo-haste ou solo-cabo, permitindo maior transferência de corrente elétrica. O importante num sistema de aterramento é um contato perfeito entre o solo e os cabos e hastes.

Os tipos de materiais que podem ser utilizados para a execução dos eletrodos de aterramento são fixados pela norma NBR-5419. Na planilha a seguir estão citados os vários materiais que podem ser utilizados na execução de um eletrodo de aterramento. Os materiais mais utilizados são os cabos de cobre, hastes de aço com a superfície cobreada, fitas e hastes de aço galvanizado, conforme a planilha abaixo. Na figura 35 estão apresentados os materiais, configurações e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento.

| Material | Configuração | Dimensões mínimas [f] | | Comentários [f] |
|---|---|---|---|---|
| | | Eletrodo cravado (Diâmetro) | Eletrodo não cravado | |
| Cobre | Encordoado [c] | – | 50 $mm^2$ | Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm |
| Cobre | Arredondado maciço [c] | – | 50 $mm^2$ | Diâmetro 8 mm |
| Cobre | Fita maciça [c] | – | 50 $mm^2$ | Espessura 2 mm |
| Cobre | Arredondado maciço | 15 mm | – | |
| Cobre | Tubo | 20 mm | – | Espessura da parede 2 mm |
| Aço galvanizado à quente | Arredondado maciço [a, b] | 16 mm | Diâmetro 10 mm | – |
| Aço galvanizado à quente | Tubo [a b] | 25 mm | – | Espessura da parede 2 mm |
| Aço galvanizado à quente | Fita maciça [a] | – | 90 $mm^2$ | Espessura 3 mm |
| Aço galvanizado à quente | Encordoado | – | 70 $mm^2$ | – |
| Aço cobreado | Arredondado Maciço [d] Encordoado [g] | 12,7 mm | 70 $mm^2$ | Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm |
| Aço inoxidável [e] | Arredondado maciço Fita maciça | 15 mm | Diâmetro 10 mm 100 $mm^2$ | Espessura mínima 2 mm |

35 – Materiais permitidos para serem utilizados nos eletrodos de aterramento

As normas brasileiras proíbem a utilização das canalizações metálicas de fornecimento de água, gás e outros serviços como eletrodo de aterramento. Isto se deve principalmente, pela possibilidade de interrupção da continuidade pela colocação de luvas e outros acessórios isolantes. Conforme as características de onde for aplicado o material do eletrodo, devem ser tomadas precauções contra danos mecânicos e corrosão.

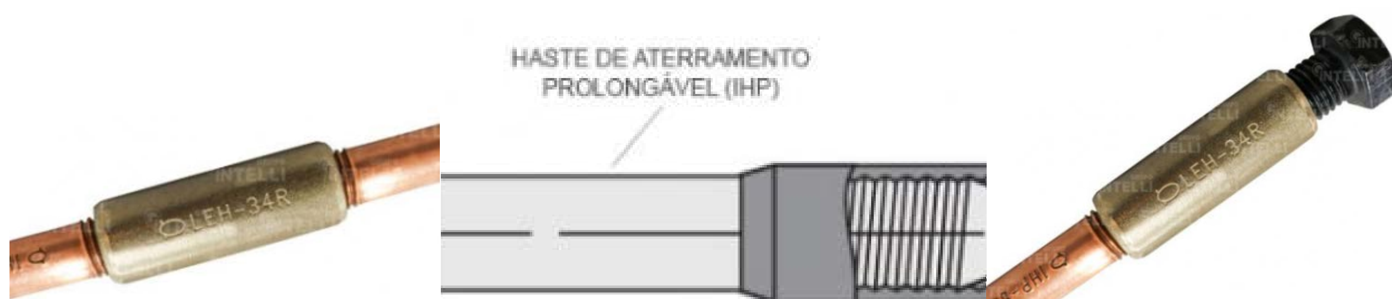
A hastes de aço cobreado é constituída por uma barra de aço revestida por uma camada de cobre. Se o aço for colocado em contato com o solo, vai se formar em sua superfície uma camada de oxido, que é isolante elétrico. Então reveste-se este aço com cobre, que permite então o contato elétrico com o solo, sem problemas.

Deve se ter cuidado na escolha deste tipo de haste, pois o revestimento de cobre deve ter espessura de pelo menos 0,254 mm. No mercado existe hastes com revestimento de espessura de até 0,020 mm, que não devem ser empregadas. As hastes mais comuns de utilização, de acordo com a norma NBR-13571, estão na figura 36.

| Diâmetro nominal (polegada) | Diâmetro real (mm) | Comprimento (mm) |
|---|---|---|
| 3/8 | 9,5 | 1.000<br>1.500<br>1.800 |
| 1/2 | 12,8 | 1.500<br>2.000<br>2.400<br>3.000 |
| 5/8 | 14,3 | 1.500<br>2.000<br>2.400<br>3.000 |
| 3/4 | 17,3 | 1.500<br>2.000<br>2.400<br>3.000 |
| 1 | 23,2 | 1.500<br>2.000<br>2.400<br>3.000 |

36 – Dimensões comerciais de hastes de cobre para aterramento

Existe também hastes com emendas (figura 37), que permitem fazer barras com comprimento maior que 3 metros, que é muito conveniente para atingir maiores profundidades onde o solo é mais úmido. As emendas podem ser feitas com o uso de luvas ou por solda exotérmica.

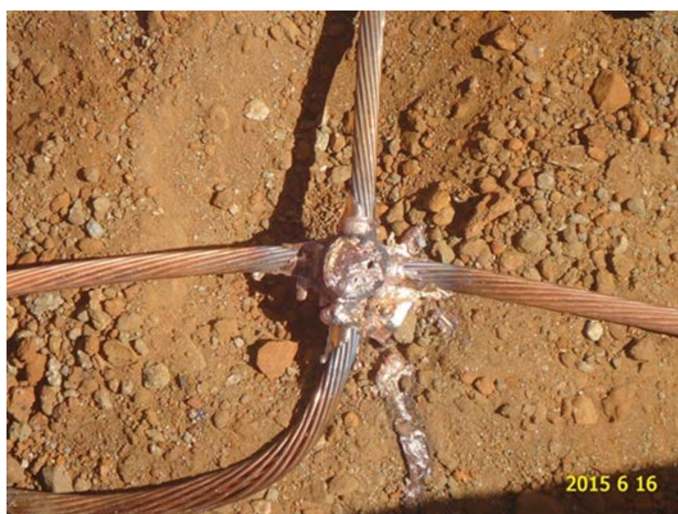



37 – Emendas de barras de aterramento

A conexão da haste com o cabo deve ser feita com conectores apropriados ou também por solda exotérmica. A solda exotérmica é muito utilizada para a execução de emendas de cabos ou cruzamento deles, em uma malha do aterramento. Este tipo de soldagem só deve ser utilizada em peças de cobre ou aço cobreado.

A soldagem exotérmica é uma técnica usada para criar uma conexão permanente entre dois componentes metálicos. Trata-se de uma reação química que gera calor, conhecida como uma reação exotérmica. Este processo é particularmente notável para a durabilidade do vínculo produzido e para a preservação da boa condutividade elétrica entre os componentes unidos.

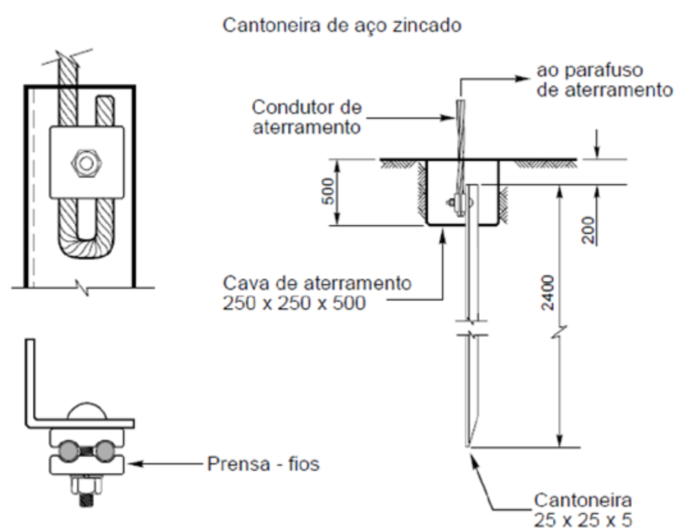
Tal aquecimento é geralmente iniciado uma vez que as partes a serem unidas são colocadas juntas em um molde. Um metal de adição em forma líquida é produzido por esta reação e mistura-se com o metal fundido proveniente das partes que se juntam para formar uma ligação moldada pelo molde. Os moldes usados na soldagem exotérmica podem ser feitos de grafite, cerâmica ou outro material adequado. No nosso caso, o metal utilizado é o cobre. Na figura 38 estão mostrados os tipos de soldas exotérmicas utilizadas nos aterramentos.






38 - Exemplos de solda exotérmica de cabos com hastes

Na bibliografia existe o “link” para um vídeo onde se pode verificar a execução de uma solda deste tipo. O outro material que pode ser de uso na execução de eletrodos de aterramento é o aço galvanizado. A norma NBR-5410 exige que a galvanização deva ser feita a quente, pois a do tipo eletrolítica é vedada.




39 - Haste tipo cantoneira, de aço galvanizado, já com o conector para ligar ao cabo de aterramento




40 – Fotografia de uma haste ligada ao cabo, ambos de aço galvanizado

A planilha da figura 41 fornece as dimensões mais usuais de hastes tipo cantoneira, galvanizadas,

| Hastes tipo cantoneira - dimensões (mm) | Comprimentos disponíveis (mm) | Hastes em aço redondo - diâmetro (polegada) | Comprimentos disponíveis (mm) |
|---|---|---|---|
| 25 x 25 x 3 | 1.000 | 3/8 | 1.800 |
| 25 x 25 x 3 | 1.200 | 1/2 | 2.000 |
| 25 x 25 x 3 | 1.500 | 5/8 | 1.800 |
| 25 x 25 x 3 | 2.000 | 5/8 | 2.400 |
| 25 x 25 x 3 | 2.500 | 5/8 | 3.000 |
| 25 x 25 x 3 | 3.000 | 3/4 | 2.400 |
| | | 3/4 | 3.000 |

41 – Hastes de aço galvanizado

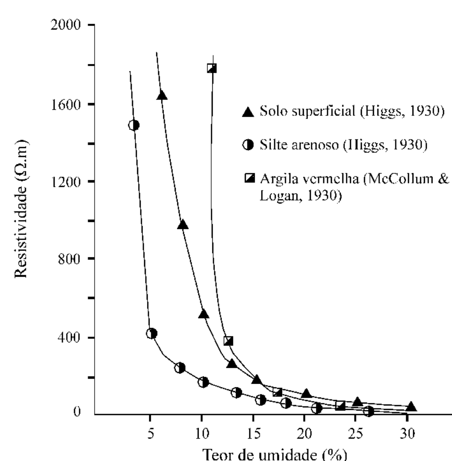
Esta haste tipo cantoneira é fornecida com o conector (prensa fio, parafuso, porca e arruela de pressão) para a fixação do cabo. Esta haste tipo galvanizada não deve ser utilizada para SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas).

Deve se tomar cuidado ao construir um eletrodo de aterramento, no emprego de metais diferentes, como o aço cobreado e aço galvanizado, pois pode ocorrer corrosão neles. Durante a cravação das hastes, tanto de aço cobreado como de aço galvanizado, no solo, que contém fragmentos de rocha, pode ocorrer danos a camada de cobre ou ao zinco e isto é prejudicial ao eletrodo.

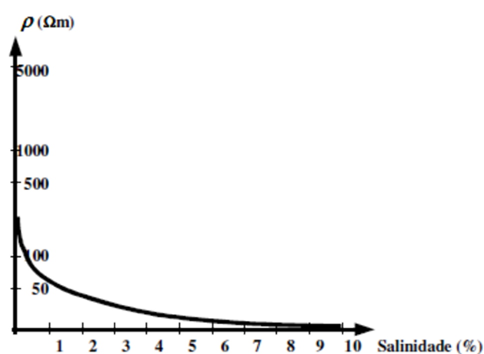
Na instalação de cabos em valetas, o material de reaterro não deve também conter fragmentos ou blocos de rocha, de modo a não danificar o cabo. Se por acaso o solo conter fragmentos de rocha, este deve ser peneirado e eliminar as partículas grandes e fazer o reaterro com o material fino.

Como pode ser verificado a superfície externa de um condutor de aterramento tem que ser uma camada de cobre ou zinco (galvanização). Outros metais comuns, como aço e alumínio não podem ser utilizados.

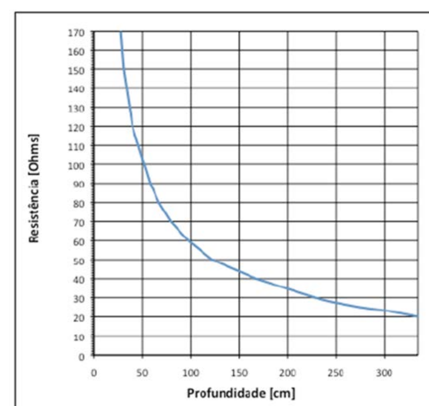
A resistência de aterramento de uma haste ou trecho de um cabo é menor quanto menos resistivo for o solo. Quanto mais umidade melhor a resistência de aterramento. Se o solo contém sais naturais em maior quantidade, a sua resistividade é menor. No quadro das figuras 42 e 43 mostram estas propriedades. Estes sais naturais são contidos nos solos desde a sua formação geológica. Não são sais adicionados pelo homem.




42 – Variação da resistividade com a umidade do solo




43 – Variação da resistividade com o teor de sais naturais no solo

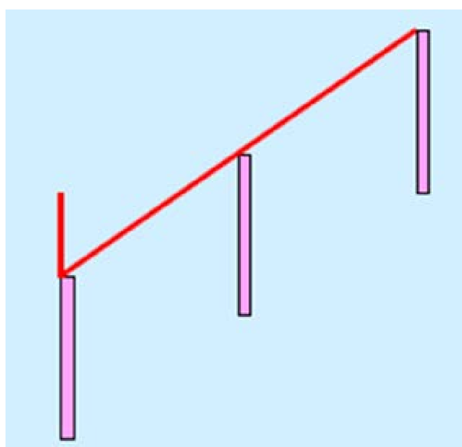



44 – Variação da resistencia de uma haste com seu comprimento

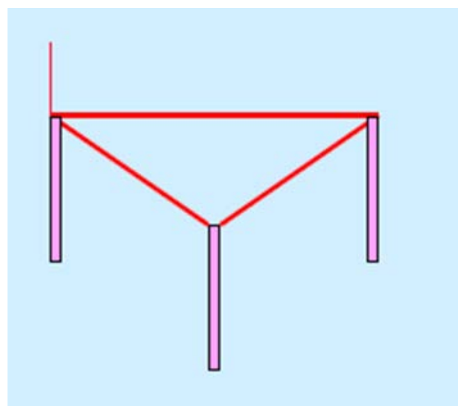
Através do gráfico da figura 44, pode-se notar que a resistência de uma haste diminui com seu comprimento. Podem ser instaladas 2 ou mais hastes interligadas com um cabo, de maneira a se conseguir um valor de resistência mais baixo do que aquele obtido com uma haste.

Em vez de se colocar as hastes alinhadas, pode em uma configuração espacial, em malha, obter valores

bem menores de resistência de aterramento. Um exemplo típico é a instalação de três hastes, com o cabo de interligação formando um triangulo figura 46), cuja resistência é menor do que a obtida com três hastes alinhadas (figura 45).

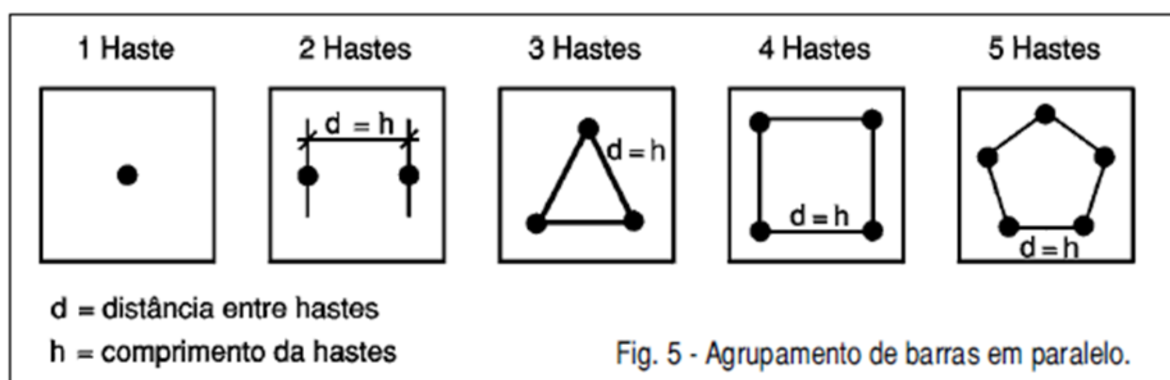


45 - Configuração usando três hastes alinhadas



46 - Configuração usando três hastes formando um triangulo

No desenho da figura 46 estão algumas das configurações mais usada em aterramentos.




46 – Configurações mais utilizadas para disposição das hastes de aterramento

É importante observar que a eficiência de hastes instaladas em paralelo aumenta com a distância entre elas. Assim sendo, é recomendável que o espaçamento seja maior que o comprimento das hastes. Por exemplo, se as hastes têm 3 metros de comprimento, elas devem ficar espaçada de mais de 3 metros. Instalar em espaçamento menor é desperdício de material e dinheiro.



50 - Três hastes em triangulo



51 – Três hastes em triangulo



52 – Cabo de cobre em valeta

Em subestações de energia elétrica utiliza-se o eletrodo de aterramento em forma de malha (figura 53), com os cabos espaçados de 3 a 6 metros e em alguns cruzamentos dos cabos, coloca-se hastes verticais. Todos os cruzamentos de cabos são unidos por solda exotérmica.




53 - Escavação do solo par execução de malha de aterramento em subestação

É importante observar que a cravação de hastes em um solo, tem que ser bem criteriosa. Se o solo tiver fragmentos de rocha ou for constituído por rocha alterada e que seja difícil a cravação, deve-se recorrer a instalação somente de cabos horizontais. Cravar hastes nestes locais pode retirar o revestimento de cobre das hastes ou entortá-las pelo excesso de força mecânica.

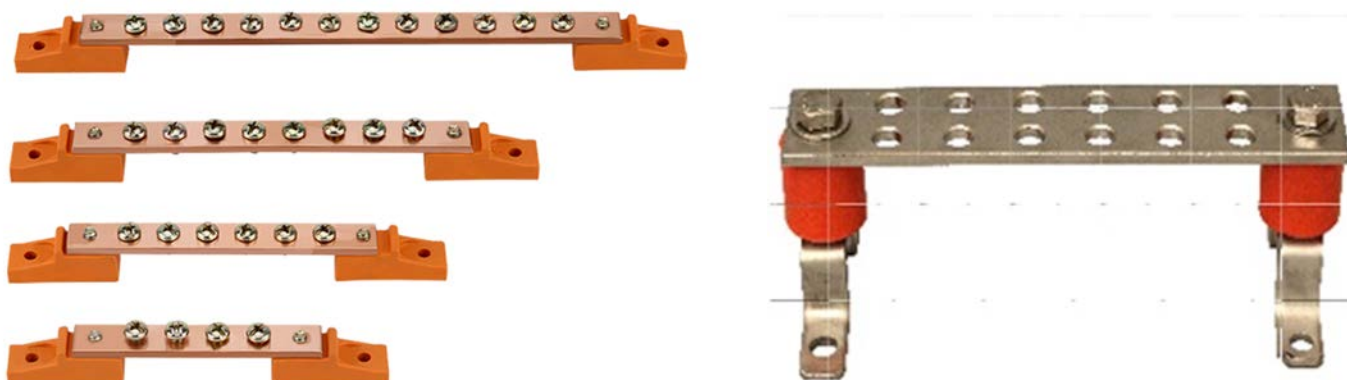
Algumas pessoas fazem um furo no solo com auxílio de um jato de água, com uma mangueira, para posteriormente colocar a haste neste furo. Acontece que a haste vai ter um contato precário com o solo, pois parte dele foi removida. Além disso, o solo que ficou encharcado dentro do furo, ao perder umidade, vai se retrair, diminuindo o contato da haste com este solo.

A haste deve ser cravada com auxílio de uma marreta ou martelete pneumático. Durante a cravação, deve-se segurar o topo da haste de maneira que não vibre ou se desloque de sua posição vertical, para que não ocorra do furo no solo, em sua parte superior, ficar com diâmetro maior que a o da haste. Se isto ocorrer, a haste vai ter pouco contato com o solo, de modo que a resistência de aterramento vai ficar mais alta. O contato perfeito entre a haste e o solo é importante para se conseguir uma baixa resistência de aterramento e maior transferência de corrente elétrica do eletrodo para o solo.

## Equipotencialização na estação

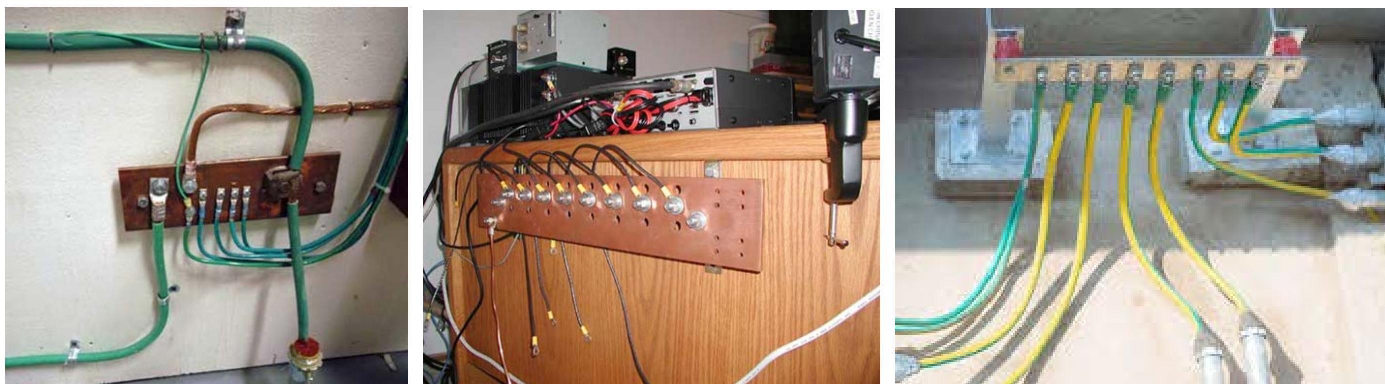
Na estação do radioamador há a necessidade de se ligar todos os equipamentos e acessórios (cabos coaxiais, antenas etc.) ao eletrodo de aterramento.

Para tal utiliza-se uma barra de cobre, onde todos os equipamentos e acessórios são ligados individualmente e esta barra é ligada ao eletrodo de aterramento. Os cabos de ligação devem ser isolados e munidos de terminais nas extremidades, para facilitar as ligações e permitir um melhor contato.
Exemplos de barras de equipotencialização são mostradas na figura 54.



54 - Barras de equipotencialização

Todos os equipamentos do “schack” devem ter suas carcaças ou chassis ligados na barra de equipotencialização. Os equipamentos compreendem o transceptor, receptores, transmissores, acopladores de antena, amplificadores lineares, computador, “nobreak”, estabilizadores de tensão, chaves comutadoras etc. As fotografias do quadro 55 ilustram exemplos destas ligações.



55 - Barra de equipotencialização

Os cabos coaxiais devem ter suas malhas (blindagem) ligadas também a uma placa de equipotencialização na sua passagem pela parede, direcionados ao exterior, como mostram as fotografias do quadro 56.



56 - Placa de equipotencialização para os cabos coaxiais

A torre ou mastro metálicos onde estão as antenas, também devem ser ligadas ao eletrodo de aterramento. Se possível, os cabos coaxiais devem ser ligados a placa de equipotencialização na base da torre, como mostrado o desenho abaixo. Os estais ou espias que estiverem fazendo parte da torre, também devem ser ligados ao eletrodo de aterramento.



57 – Placa de equalização na base da torre

58 – Aterramento da torre com barra chata de cobre

59 – Aterramento da torre com barra chata de cobre


60 – Aterramento da base da torre


61 – Aterramento dos estais


62 – Aterramento da base do mastro

## Aterramento de antenas

Existe antenas que são ligadas eletricamente ao mastro ou torre. São as dos tipos J-pole, quadra suíça, Yagi etc. Nestas antenas os elementos são ligados eletricamente ao mastro ou a gondola. O mastro deve ser aterrado na sua base. Isto dá uma proteção contra descargas atmosféricas diretas ou na maior parte das vezes, as descargas induzidas.


62 – Antena J-pole para 144 e 440 MHz



64 – Antena J-pole para 440 MHz


65 – Antena quadra suíça


66 – Antena Yagi


67 – Antena quadra suíça


68 – Antena Yagi

Se o mastro for constituído por segmentos, a pintura isola estes segmentos, pois não é condutora. Neste caso fica mais fácil colocar um cabo, paralelo a torre e fixado nela, ligando a gondola ou base da antena no sistema de aterramento. Se o mastro for de madeira, o mesmo serviço deve ser feito.
Outras antenas devem ter seus suportes metálicos também ligados ao aterramento.

## Considerações finais

Pelo exposto acima neste artigo, vimos a importância fundamental de um aterramento para a segurança das pessoas e proteção dos equipamentos.

Para a execução de um sistema de aterramento doméstico, sem muita sofisticação, o radioamador ou radio escuta poderá fazê-lo seguindo as orientações já explanadas.

Se o sistema for mais sofisticado, deve-se recorrer a um engenheiro eletricista habilitado para que faça o projeto completo inclusive do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Deve ser feito um projeto e memorial descritivo (citando inclusive as normas técnicas adotadas), que fica de posse do contratante e emitida a ART - Anotação de Responsabilidade Técnica.

O importante é obedecer às normas técnicas da ABNT relativas ao assunto, pois elas foram elaboradas baseadas em estudos e experiências realizadas por profissionais altamente qualificados.

Ter cautela com certos “técnicos de eletricidade” que confunde o fio neutro com o de proteção (aterramento) e outras coisas correlatas.

Bibliografia


- Desvendando os fascínios do raio
  O Setor Elétrico
- Climatologia e Relâmpagos no Brasil - Rosangela Barreto Biasi Gin
- Lightning_Protection_&_Grounding_for_Communication_Sites - Ken R. Rand
  Scridb - Lightning Protection & Grounding for Communication
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
  INPE - Elat
- Lightning Protection and Detection Technology - Ed Bardo & Mike Grogan
- Manual de Instalações Elétricas Residenciais - CEMIG
- ERICO GEM 25-A
  Proluz
- FASTGEL
  Fastwel
- MON-752 - Composto químico terra gel
  Montal
- EXOGEL
  Exogel
- Laborgel
  Laborgel
- Bentonita sódica
  http://www.bentonisa.com.br
  http://www.vulgel.com.br/recursos-minerais
  http://www.schumacherinsumos.com.br/bentonita.htm
  http://www.eduvasconcelos.com.br/produtos/bentonita
- Solda exotérmica - video
  Youtube
- Proteção de cercas contra descargas atmosféricas - Belgo Bechaert Arames
  Belgobekaert



**Autor**:

Engenheiro civil e Técnico em Telecomunicações
Associado a Casa do Radioamador de Ribeirão Preto - SP

# ANTENA

## *A TRANSMISSÃO DE ENERGIA (Radiação e Irradiação)*

Vamos falar hoje de "ANTENA", o componente que expele para a ionosfera as nossas ideias no mundo do radioamadorismo, um componente extremamente fácil de se montar, mas, grandiosamente fundamental na sua funcionalidade.

A antena que se refere, é o ponto chave da boa transmissão, pois sem ela, não sai nem som, nem imagem com boa qualidade, que na verdade, sem antena, não se emite nada. Poderemos então falar a seu respeito, onde que, um rádio ligado à antena pela linha de transmissão, se envia ao cosmos, digamos assim, a nossa fala, a nossa imagem, entre tantas outras coisas, que a modernidade hoje inventa.

A antena que montamos em nossas casas, ou nos nossos carros, simplificando assim, devem estar ajustadas, construídas de acordo com as frequências operacionais devidas, não irei adentrar na questão de relação de ondas estacionárias (ROE), que já se comentou em outro momento, quero apenas falar da antena, da sua "RADIAÇÃO E DA SUA IRRADIAÇÃO", dois fundamentos importantíssimos à sua boa funcionalidade.

A antena então faz um serviço tão importante quanto o nosso simples rádio, ela é quem espalha ao éter, ao céu, para o espaço, a energia que o nosso instrumento de transmissão produz, desde o som à imagem, os efeitos digitais e elétricos, que se juntam formando a energia eletromagnética, com o intuito de que alcance o objetivo primário, que é o nosso áudio, ou imagem que queremos compartilhar, e assim, o contato visual ou audível ao receptor pré ou pós instalado noutro canto como foco secundário.

Desde o mais simples projeto de antena, até a mais complexa, ambas, tem a função de transmissão propriamente dita, levar a um outro transceptor tal ou tais energias que se fala, e essas energias convertidas na sua constância, que para nós principalmente é a fala, claro que outros prelúdios os acompanham em momentos distintos, mas vamos focar no áudio principalmente, sendo que, o modo de transmissão, pode ser vários.

E nesse viés de construção e de transmissão, as energias por hora empregadas na antena, desde baixa até a alta potência, ela, a antena, tem a sua performance espetacular, haja vista que, se mal construída, mal elaborada, em altura desconforme, pode não atuar na sua plenitude, e assim, até queimar o rádio que muito se sabe.

Também falando do rendimento, da antena, se está errada em sua construção, tende a não radiar e nem irradiar tal energia hora empregada, e a energia, como se sabe, parte dela retorna ao transmissor, afetando-o profundamente, então, o tamanho, a altura, o material empregado, na sua construção, tem os seus efeitos distintos, se bons, ótimos contatos se fazem, e se ruins, desgostos a mais receberemos.

Até aqui, pude elaborar uma pequena introdução para a matéria proposta, e na sua construção, quero tentar abordar da melhor maneira possível, as informações científicas bem como exemplificativas, a fim de que, possamos entender tais diferenças, funções, determinismo, e sim, as relações entre ação e reação de nossos periféricos que tanto amamos, tanto nos fazem vislumbrar a amizade, e o reconhecimento de muitos ativistas desse meio gigantesco, QUE É; "O RADIOAMADORISMO MUNDIAL".

Para continuarmos o assunto, quero ponderar a respeito do entendimento, das formas "Dialéticas" da expressão, que sejam: Radiação ou Irradiação? Quando dizemos que a nossa antena está, radiando ou

irradiando, estamos querendo dizer o que, queremos falar que a antena construída está transmitindo com boa qualidade, e assim o correto seria dizer, que a antena está “RADIANDO” ou “IRADIANDO”?

As vezes falamos erroneamente pois as terminologias são parecidas, mas, atividades diferentes, são unas, sem sombra de dúvidas, mas, o que é correto expressar, a fim de controle técnico, e que para quem ouve é bem estimulante, haja vista, que, se um técnico esteja no diálogo, ambos estarão falando na mesma língua, digamos assim para melhor “ Exemplificar”.

VEJAMOS

• **Radiação** - é a transmissão de energia por meio do espaço. O Sol emite radiação, por exemplo.
• **Irradiação** - é a exposição à radiação. Exemplo: as pessoas estão sempre expostas à radiação solar.

Então como descrito acima, a nossa antena “RADIA”. É o instrumento radiante das ondas eletromagnéticas, e o reflexo disso é a “IRRADIAÇÃO” para o rádio receptor. Isso significa que, a antena trabalha radiando para a ionosfera através da irradiação, ou seja, uma é a ação e a outra é a reação, tema já abordado para essa revista e que merece leitura também.

A designação acima, foi tirado dos parágrafos que seguem e que esclarecem melhor essa questão, vamos ler juntos e entender as diferenças e suas atividades mesmo que, em conjunto ação.

Assim sendo, podemos dizer que, a antena está funcionando, está ativa, ela está Radiante, ao passo que, sobre o outro equipamento de recepção, ela está irradiando os elétrons e o magnetismo. Um é o trabalho, e a outra é a execução do trabalho.

Vejam outro exemplo.

Irradiante - Dicio, Dicionário Online de Português - www.dicio.com.br › irradiante

irradiante. Significado de Irradiante. adjetivo Que irradia. [Física] Que emite raios luminosos ou caloríficos. Definição de Irradiante. Classe gramatical: adjetivo ...
Radiante - Dicio, Dicionário Online de Português

Isto posto, já é bem compreensível que, a antena em sua estrutura é o Sol, radiante que bilha, funciona como emissor, já as ondas eletromagnéticas se propagam com a irradiação, ou seja, é a atividade direta sobre algo, nesse nosso caso, é o receptor dessas ondas oriundas dos emissores da radiofrequência originária.

Vejamos agora as diferenças de radiação e de irradiação, como pesquisa básica para o nosso entendimento, muito bem elaborada pelo editor (fonte), a fonte distinta para a nossa analise.

**A diferença entre radiação e irradiação**

A transmissão de energia por meio do espaço a certa velocidade é chamada de radiação, um processo de emissão de calor que não depende da presença de qualquer meio material. A radiação, então, é aquilo que irradia, ou seja, que sai de raios. É a propagação de partículas (constituídas de carga, massa e velocidade) e campos elétricos e magnéticos no espaço.

A energia emitida na radiação, que tem a forma de ondas eletromagnéticas, é chamada de energia radiante. Essas energias são classificadas por ordem de comprimento de onda (ou de frequência): raios cósmicos, raios, raios-X, raios ultravioletas (UV), luz visível, raios infravermelhos (IV), micro-ondas e ondas de rádio e TV.
A radiação é um fenômeno natural que pode acontecer de variadas formas. Existem dois tipos: a não ionizante, que emite um baixo índice de energia; e a ionizante, na qual o teor energético tem a capacidade de arrancar elétrons do átomo ao qual pertencem.

As radiações não ionizantes são aquelas que não produzem ionizações, isto é, não têm a energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos do meio em que está se deslocando. As não ionizantes, no entanto, tem

potencial para quebrar moléculas e ligações químicas.

Esse tipo de radiação está sempre a nossa volta e pode ser dividida em sônicas (vibrações, ultrassom, entre outros) e eletromagnética (como a luz, o calor e as ondas de rádio). No caso das eletromagnéticas, elas são ondas que se auto propagam pelo espaço e se formam de um campo elétrico e outro magnético. Abrangem também os raios ultravioletas (UV), a luz visível, o infravermelho (IV), as micro-ondas e as radiofrequências. A radiação ionizante, por outro lado, é caracterizada pelas ondas eletromagnéticas com energia capaz de fazer com que os elétrons alterem sua estrutura ao se desprenderem de átomos e moléculas - esse processo, inclusive, leva o nome de ionização. Esses elétrons, então, se tornam eletricamente carregados. Existem diferentes radiações ionizantes, sendo que cada um tem seu próprio potencial de penetração e oferece a possibilidade de causar distintos graus de ionização na matéria.

Em nosso cotidiano estamos constantemente expostos às radiações ionizantes, tanto originadas de fontes naturais terrestres quanto do espaço. Os mais conhecidos são os raios-X, que são utilizados como equipamento radiológico para fins médicos. As radiações alfa (α), beta (β) e gama (γ) também são ionizantes.
A diferença da radiação para a irradiação

A irradiação pode ser classificada como a propagação de energia que não necessita de um meio material. O corpo que emite é chamado de emissor e o que recebe é denominado receptor.

A irradiação tem um significado parecido ao da palavra 'radiação', mas ambas têm sentidos diferentes.

• Radiação – é a transmissão de energia por meio do espaço. O Sol emite radiação, por exemplo.
• Irradiação – é a exposição à radiação. Exemplo: as pessoas estão sempre expostas à radiação solar.



FONTE IMAGEM:https://www.resumoescolar.com.br/fisica/a-diferenca-entre-radiacao-e-irradiacao

**Um pouco da história da radioatividade**

Esse campo de estudo foi descoberto lá atrás, em meados do século 19, quando ainda predominava a ideia de que os átomos eram as menores partículas da matéria. Logo, porém, cientistas desvendaram a radioatividade e notaram que existiam partículas com tamanho ainda menor, como o próton, o nêutron e o elétron.

Em 1897, a cientista polonesa **Marie Sklodowska** revelou um estudo que mostrava que a intensidade da radiação era proporcional a uma determinada quantia de urânio que era empregada na amostra. Concluiu-se, então, que a radioatividade se caracterizava como um fenômeno atômico.

Com o passar do tempo e a constante evolução da ciência, tornou-se possível produzir radioatividade em laboratório. Ela usualmente provém de isótopos instáveis fisicamente e radioativos, como o urânio-235 e o césio-137, que têm também uma constante e lenta desintegração.

Esses isótopos exalam energia por meio das ondas eletromagnéticas (raios gama) ou de partículas subatômicas em alta velocidade: esse é o fenômeno da radiação.

É extremamente perigoso para os seres vivos ter contato direto com a radiação. Os efeitos podem ser vistos em longo ou curto prazo e até mesmo se revelarem num futuro próximo, apenas nos descendentes (filhos, netos…) da pessoa atingida. A alteração genética sofrida por conta da radiação, inclusive, no caso das mulheres, pode ser transmitida na gestação.

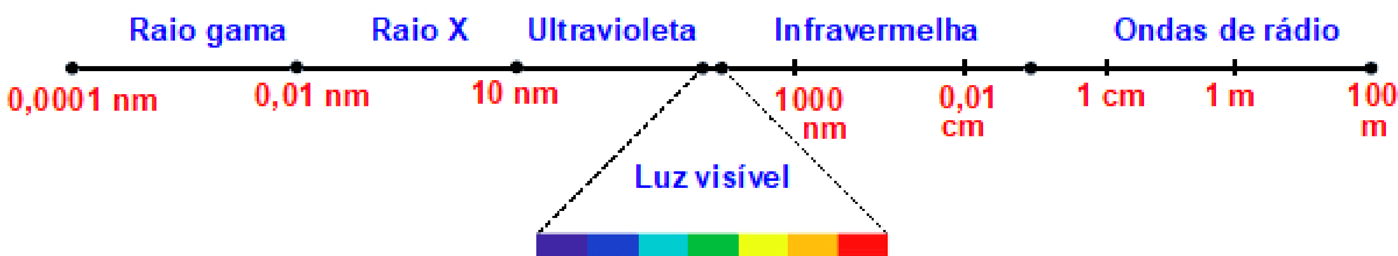
Quando um ser vivo entra em contato com a radiação, os raios afetam os átomos presentes nas células. Isso provoca mudanças significativas na estrutura desses átomos e resulta em problemas graves, como a perda de propriedades dos músculos ou da capacidade de efetuar sínteses necessárias à sobrevivência.

No outro lado dessa moeda, a radioatividade pode até mesmo trazer benefícios para o ser humano e se tornou objeto de estudo importante em áreas distintas. No campo da medicina, por exemplo, a radioatividade é usada para destruir células tumorais no tratamento do câncer; enquanto nas indústrias ela é utilizada na obtenção de energia nuclear e na ciência promove o estudo da organização atômica e molecular de outros elementos.

FONTE: https://www.resumoescolar.com.br/fisica/a-diferenca-entre-radiacao-e-irradiacao

**RADIAÇÃO**

*Radiação é um processo físico de emissão (saída) e de propagação (deslocamento) de energia por meio de partículas ou de ondas eletromagnéticas em movimento. Esse processo pode ocorrer em um meio material ou no espaço (vácuo).São exemplos de radiações bastante conhecidas e comentadas: alfa, beta, gama, raio X, ultravioleta, luz visível, ondas de rádio, infravermelha, micro-ondas, etc.*




FONTE: https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-radiacao.htm

Agora já podemos entender um pouco mais sobre esse assunto, ou fenômeno da antena, pude abordar mesmo que singelo, mas tentei trazer distinções e definições sobre o nosso hobby, tão querido, um hobby amplo e extremamente didático, grandiosamente instrutivo, aborda conceitos de ciência, desde a física, até a eletrônica, então, sejam todos bem vindos ao mundo das descobertas, do aprendizado, e das construções. “Sejam Bem Vindos ao MUNDO DO RADIOAMADORISMO”!

**Forte 73 Julhiano Spall**

# DICAS DO LEITOR

DE LIMA - PU7BCL

## Vedação de conectores “UHF” (PL-259)

Problemas com infiltração de água ou umidade no cabeamento coaxial?

Daniel de Lima (PU7BCL) recomenda essa prática solução: usando fita teflon (tipo “veda-rosca” - politetrafluoretileno, não-higroscópica) combinada com sobreposição externa de fita alta fusão em montagem assegura função protetiva contra água nas suas conexões de antena por anos a fio. Vedação extremamente robusta e resistente a intempéries.

